

Philipps



**Universität
Marburg**

Fragebögen und neuropsychologische Verfahren bei ADHS – Wege zur Verbesserung der Diagnostik?

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

dem Fachbereich Psychologie der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Verena Reh

aus

Frankenberg a. d. Eder

Marburg im Oktober 2013

Vom Fachbereich Psychologie
der Philipps-Universität Marburg (Hochschulkennziffer 1080)
als Dissertation angenommen am 12.12.2013

Erstgutachter: Prof. Dr. Hanna Christiansen
Zweitgutachter: Prof. Dr. Winfried Rief

Tag der mündlichen Prüfung: 19.12.2013

Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei Prof. Dr. Hanna Christiansen und bei Prof. Dr. Winfried Rief für die Unterstützung in den letzten drei Jahren bedanken. Neben der fachlichen Anleitung war vor allem das Vertrauen, das beide in meine Arbeit hatten sehr wertvoll und motivierend. Hanna, deine Energie, dein Optimismus und dein Ideenreichtum waren inspirierend und haben mir durch so manche motivationale Durststrecke geholfen. Die Kombination aus Freiheit die du mir bei meiner Arbeit gegeben hast, zusammen mit der Anleitung, wenn ich sie brauchte, waren für mich wichtige Grundlagen für ein erfolgreiches Arbeiten. Nicht zu Letzt deine offene und herzliche Art hat viel dazu beigetragen, dass die letzten Jahre nicht nur erfolgreich und lehrreich waren, sondern mir auch viel Freude gemacht haben.

Auch meinem Projektpartner Martin Schmidt sei an dieser Stelle ganz herzlich für die gemeinsame Zeit gedankt. Ich denke gerne an unsere Neurofeedback-Anfänge in Tübingen, unsere ersten „Elternabende“, oder an die Eunethydis ADHD Konferenz in Barcelona zurück!

Allen Hiwis und Diplomanden im Projekt „Neurofeedback-Behandlung bei ADHS“ danke ich für die Unterstützung bei Durchführung von Testungen, bei unzähligen organisatorischen Aufgaben und für die sorgsame Dateneingabe und -verwaltung. Natürlich auch ein großes Dankeschön allen Familien und vor allem allen Kindern die an unserem Therapieprojekt (bisher) teilgenommen haben!

Außerdem möchte ich unseren Kooperationspartnern für die gute Zusammenarbeit danken – Dr. Le Lam (Landau), Prof. Dr. Benno G. Schimmelmann (Universitätsklinikum Bern, Schweiz), Prof. Dr. Johannes Hebebrand (Universitätsklinikum Duisburg/Essen), Dr. Oliver Hirsch (Philipps Universität Marburg) sowie Fredrik Ulberstad und Hans Boström (QbTech, Schweden).

Ich bedanke mich bei allen Kollegen in der AG Klinische Psychologie und in der Psychotherapie-Ambulanz Marburg für die inspirierende und unterstützende Atmosphäre in den letzten Jahren. Meinen vielen lieben Promotions- und Ausbildungskollegen: Danke für die gemeinsame Zeit, unzählige schöne Mittagspausen und Wochenendseminare, geteiltes Leid und Unterstützung in besonders anstrengenden Phasen und diverse durchgetanzte Kongressnächte.

Meinen Eltern, meinem Bruder und meinen Freunden sei an dieser Stelle ganz besonders gedankt für Ausgleich und Ablenkung sowie emotionalen Beistand vor allem in der spannenden Schlussphase. Annika Kohl, Kristina Klaus und Erik Müller danke ich für die Durchsicht der Arbeit in Rekordzeit und viele hilfreiche Anmerkungen! Und danke an Helene Hevelke für Korrekturen in wortwörtlich letzter Minute! Erik, mein größter Dank gilt Dir – für deine Geduld, Unterstützung, Motivation und unendlich viel mehr...

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG UND ABSTRACT	6
1.1	ZUSAMMENFASSUNG	6
1.2	ABSTRACT	7
2	EINFÜHRUNG	9
2.1	SYMPTOMATIK DER AUFMERKSAMKEITSDEFIZIT-/HYPERAKTIVITÄTSSTÖRUNG	9
2.2	PRÄVALENZ	10
2.2.1	KULTURELLE VARIATION	11
2.3	DIAGNOSTIK	12
2.3.1	DIE CONNERS ^{3ED} FRAGEBÖGEN	12
2.3.2	NEUROPSYCHOLOGISCHE DIAGNOSTIK VON ADHS UND BEWEGUNGSMESSUNG	13
2.3.3	DER QUANTIFIED BEHAVIOR TEST (QbTEST)	15
2.4	BEFUNDE UND MODELLE ZUR ÄTIOLOGIE	16
2.4.1	GENETISCHE BEFUNDE	17
2.4.2	UMWELTFAKTOREN	18
2.5	NEUROPSYCHOLOGISCHE BEFUNDE	19
2.5.1	INTERMEDIÄRE PHÄNOTYPEN	21
2.6	VERLAUF UND KOMORBIDITÄT	21
2.7	THERAPIE	23
2.7.1	MEDIKAMENTÖSE BEHANDLUNG	23
2.7.2	PSYCHOTHERAPEUTISCHE BEHANDLUNG	24
3	ZIELSETZUNGEN DER DISSERTATION	25
3.1.1	ZIELSETZUNGEN STUDIE 1	25
3.1.2	ZIELSETZUNGEN STUDIE 2	25
3.1.3	ZIELSETZUNGEN STUDIE 3	27
3.2	METHODEN	27
4	ZUSAMMENFASSUNG DER STUDIEN UND IHRER ERGEBNISSE	29
4.1	ASSESSMENT OF ADHD SYMPTOMS AND THE ISSUE OF CULTURAL VARIATION: ARE CONNERS ^{3ED} RATING SCALES APPLICABLE TO CHILDREN AND PARENTS WITH MIGRATION BACKGROUND?	29
4.2	BEHAVIORAL ASSESSMENT OF CORE ADHD SYMPTOMS USING THE QbTEST	31
4.3	PRELIMINARY EVIDENCE FOR ALTERED MOTION TRACKING BASED HYPERACTIVITY IN ADHD SIBLINGS	33
5	ABSCHLIEßENDE DISKUSSION	35
5.1	VORZÜGE DER ARBEIT	37
5.2	EINSCHRÄNKUNGEN DER ARBEIT	37
5.3	AUSBLICK	39
	LITERATURVERZEICHNIS	40
	APPENDIX	49
	A. MANUSKRIFT 1	50

B. MANUSKRIFT 2	64
C. MANUSKRIFT 3	77
D. CURRICULUM VITAE UND PUBLIKATIONSLISTE	99
E. EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	102

1 Zusammenfassung und Abstract

1.1 Zusammenfassung

Die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS), mit den Kernsymptomen Unaufmerksamkeit, Impulsivität und motorische Unruhe, ist eine der häufigsten kinder- und jugendpsychiatrischen Erkrankungen weltweit, mit zum Teil schweren Beeinträchtigungen für Betroffene und deren Familien sowie enormen Kosten für das Gesundheitswesen. Voraussetzung für eine erfolgreiche Behandlung der Betroffenen ist eine zuverlässige Diagnosestellung. Der Bedarf an gut validierten diagnostischen Verfahren, die einerseits möglichst genau, das heißt spezifisch und sensitiv für ADHS sind, und die andererseits möglichst international auch in Multi-Center Studien zu ADHS eingesetzt werden können, ist groß.

Fragebogenverfahren zählen zu den am häufigsten eingesetzten Verfahren zur Erfassung von ADHS-Symptomen. Oftmals ist aber unklar, ob sie auch in Subgruppen (z. B. Menschen mit Migrationshintergrund) zu diagnostischen Zwecken eingesetzt werden können, da kulturelle Unterschiede in der Wahrnehmung von ADHS-Symptomen einen Einfluss auf die Testgütekriterien haben könnten. Der **erste Artikel** dieser Arbeit beschäftigt sich deshalb mit der Frage, ob die Conners^{3ed} Skalen (Conners, 2008), ein in der Praxis häufig eingesetztes Fragebogenverfahren für ADHS, unabhängig sind von Einflüssen kultureller Variation (Schmidt, Reh, Hirsch, Rief, & Christiansen, 2013). Dazu wurde eine große Gruppe in Deutschland lebender Kinder mit türkischem Migrationshintergrund untersucht. Es zeigte sich, dass die in dieser Gruppe gefundene Faktorstruktur der Conners^{3ed} mit der im amerikanischen Original berichteten Struktur übereinstimmte. Darüber hinaus hatte die Akkulturation der Eltern keinen bedeutsamen Einfluss auf die berichteten Symptome der Kinder und die unterschiedlichen Informationsquellen (Selbst-, Eltern-, Lehrerurteil) unterschieden sich nicht maßgeblich in der Beurteilung der Symptomstärke. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass die Conners^{3ed} Skalen sich auch für die Diagnostik von ADHS bei in Deutschland lebenden Kindern mit türkischem Migrationshintergrund eignen.

Die Leitlinien zur Diagnostik von ADHS empfehlen neben der Verwendung von Fragebögen auch den Einsatz neuropsychologischer Verfahren. Insbesondere da andere Verfahren wie Fragebögen und strukturierte klinische Interviews ein beträchtliches Ausmaß an Subjektivität der Einschätzung zulassen, scheinen objektivere diagnostische Verfahren zur Erfassung der ADHS Kernsymptome dringend erforderlich. Bisher haben neuropsychologische Tests jedoch keine ausreichende Spezifität bewiesen, um ADHS von anderen klinischen Störungsbildern unterscheiden zu können. Der Quantified behavior Test (QbTest; Ulberstad, 2012) ist der erste neuropsychologische Test, welcher neben Aufmerksamkeit und behavioraler Impulsivität auch motorische Unruhe erfasst. Der **zweite Artikel** untersucht die Faktorstruktur und die psychometrischen Eigenschaften des QbTests (Reh et al., 2013). Die identifizierte drei-faktorielle Struktur, die mit den drei oben genannten Kernsymptomen

der ADHS übereinstimmt, spricht dafür, dass der QbTest in Zukunft einen Beitrag zur Objektivierung der Diagnosestellung für ADHS liefern könnte.

Intermediäre Phänotypen, die auf dem Kontinuum zwischen den genetischen bzw. biologischen Ursachen (Genotyp) der Störung und dem beobachtbaren Verhalten (Phänotyp) liegen, und die die große Heterogenität des Störungsbildes auf Symptomebene bündeln, könnten langfristig ebenfalls einen Beitrag zur Verbesserung der Diagnostik von ADHS liefern. Der **dritte Artikel** beschäftigt sich im Rahmen einer Pilotstudie mit der Frage, ob sich die drei im zweiten Artikel identifizierten Faktoren des QbTests als intermediäre Phänotypen eignen, und ob insbesondere mittels Bewegungsmessung erfasste Hyperaktivität einen potentiellen neuen Marker für ADHS darstellen könnte (Reh, Schmidt, Rief, & Christiansen, submitted). Eine Gruppe von ADHS-Kindern zeigte, verglichen mit deren Geschwisterkindern und einer Gruppe nicht verwandter, gesunder Kontrollkindern, die höchsten Beeinträchtigungen auf allen drei QbTest-Faktoren, wobei Geschwisterkinder mittelstarke und Kontrollkinder die niedrigsten Beeinträchtigungen aufwiesen. Bedeutsame Unterschiede zwischen Geschwistern und Kontrollkindern zeigten sich jedoch nur für den Faktor Hyperaktivität. Die Ergebnisse liefern erste Anhaltspunkte dafür, dass die QbTest-Faktoren als Risikomarker von ADHS in Frage kommen könnten, wobei weitere Studien mit größeren Fallzahlen folgen müssten.

Insgesamt sprechen die vorliegenden Studienergebnisse für folgende Aussagen: 1.) die Conners^{3ed} Skalen sind kulturübergreifend valide und dürften sich damit für den Einsatz in internationalen Studien zu ADHS eignen; 2.) der QbTest stellt eine Möglichkeit zur separaten und objektiven Erfassung der ADHS Kernsymptome dar und 3.) die QbTest-Faktoren, insbesondere der Faktor Hyperaktivität, könnten als Risikomarker für ADHS fungieren. Zusammengefasst liefern die Ergebnisse der Arbeit Hinweise, die zu einer Verbesserung der Diagnostik von ADHS im Kindesalter beitragen könnten.

1.2 Abstract

Attention-Deficit-/Hyperactivity-Disorder (ADHD) with the core symptoms inattention, impulsivity and increased motor activity is among the most common child and adolescent psychiatric disorders worldwide, causing considerable impairment for the affected and tremendous expenses for the health care system. Crucial for a successful treatment of the disorder, is a reliable diagnosis. There is a strong demand for well-validated diagnostic instruments that are specific and sensitive for ADHD and that can also be used in international multicenter studies.

Rating scale measures are among the most widely used instruments in ADHD diagnosis although it is often unclear whether they can also be used in subgroups (e.g. people with migration background) as differences in cultural background can affect psychometric properties. The **first article** of this dissertation project thus deals with the question of whether the Conners^{3ed} rating scales (Conners, 2008) which are often used in clinical settings, are influenced by cultural variation

(Schmidt, Reh, Hirsch, Rief, & Christiansen, 2013). We tested a large group of children and their parents with Turkish migration background living in Germany. Results showed that the factor structure we found in the data was in accordance with the factor structure reported in the American original version of the test, and that the level of parent's acculturation did not significantly influence the symptom ratings. The different rating modalities (parent-, teacher-, self- rating) did not significantly differ in degree of symptom severity. Results support the use of Conners^{3ed} rating scales for diagnosis of ADHD in children with Turkish migration background living in Germany.

Apart from rating scale measures, diagnostic guidelines for ADHD recommend the use of neuropsychological tests. Especially since other diagnostic instruments like rating scales and structured clinical interviews leave room for a large amount of subjectivity, instruments that are more objective seem urgently necessary. So far, neuropsychological tests have not shown sufficient specificity to distinguish ADHD from other psychiatric conditions. The Quantified behavior test (QbTest; Ulberstad, 2012) is the first neuropsychological test assessing not only inattention and behavioral impulsivity but also motor activity. The **second article** explores the factor structure and psychometric properties of the QbTest (Reh et al., 2013). The three-factorial structure, which corresponds well with the three core symptoms of ADHD, supports the assumption that the QbTest could help to make diagnosis of ADHD more objective.

Intermediate phenotypes lay on the continuum from the genetic and biological causes of the disorder (genotype) to the observable behavior (phenotype). They could help reduce the large heterogeneity on the symptom level and thereby could in the long run help to improve diagnosis in ADHD. In a pilot study, the **third article** deals with the question whether the three QbTest factors, which were identified in the second article, could serve as intermediate phenotypes and whether especially the motor-tracking based Hyperactivity factor could potentially present a new marker for ADHD (Reh, Schmidt, Rief, & Christiansen, submitted). A group of children with ADHD showed the highest impairment across all three QbTest factors compared to a group of non-affected siblings and a group of unrelated healthy controls. Siblings showed medium and controls showed smallest values. However significant differences between siblings and controls were only found for the Hyperactivity factor. Results provide preliminary evidence for the use of the QbTest factors as risk markers in ADHD, yet studies employing larger samples are necessary.

Altogether the presented studies show that the Conners^{3ed} rating scales are robust against influences of cultural variation and seem to be applicable in international multicenter studies on ADHD. Moreover, the results of this dissertation indicate that the QbTest provides a way of separately and objectively assessing ADHD core symptoms, and that QbTest factors, especially the Hyperactivity factor present potential risk markers for ADHD. Taken together the results presented in this dissertation could help to improve diagnostics of childhood ADHD.

2 Einführung

Der Schwerpunkt der vorliegenden Dissertation liegt auf verschiedenen Aspekten der Diagnostik von ADHS im Kindesalter. Nach einer kurzen Einführung in das Störungsbild ADHS, sollen Informationen zur Prävalenz und ein Überblick über die Diagnostik von ADHS im Kindesalter gegeben werden. Dabei werden die Conners^{3ed} Fragebögen aus Studie 1 sowie insbesondere der neuropsychologische Quantified behavior Test (QbTest), welcher in Studie 2 und 3 verwendet wurde, ausführlich vorgestellt. Es folgt ein Abschnitt zur Ätiologie sowie zu intermediären Phänotypen (i.S.v. Risikomarkern) von ADHS. Anschließend werden Verlauf der Symptomatik, häufige Komorbiditäten und die wichtigsten Behandlungsansätze zusammengefasst. Daraufhin werden die Zielsetzungen und das methodische Vorgehen der einzelnen Studien beschrieben. Nach der Zusammenfassung der einzelnen Studien soll in der Diskussion auf Vor- und Nachteile der Arbeit eingegangen werden, bevor schließlich ein Ausblick auf weitere Forschungsfragen gegeben wird.

2.1 Symptomatik der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung

Entgegen der häufigen Annahme, ADHS sei ausschließlich eine Modeerkrankung der letzten Jahrzehnte, existiert eine Vielzahl von Berichten zu diesem Störungsbild, welche teilweise mehrere hundert Jahre zurück datieren. Eine der frühesten Beschreibungen stammt von Sir Alexander Crichton, der schon im 18. Jahrhundert einen Zustand beschrieb, der geprägt war von

“mental restlessness and the incapacity of attending with a necessary degree of constancy to any one object (...) when born with a person it becomes evident at a very early period of life, has bad effects on education (...) and what is very fortunate, it is generally diminished with age”(zitiert nach Palmer & Finger, 2001; S. 68-69).

Sehr eindrücklich beschreibt auch der Psychiater und Schriftsteller Heinrich Hoffmann das Syndrom, welches wir heute unter dem Namen ADHS kennen, in seiner weltweit bekannten Geschichte vom Zappel-Philipp (1884).

Heutzutage besteht ADHS nach den beiden großen internationalen Diagnosesystemen, der Internationalen Klassifikation psychischer Störungen (ICD-10 Kapitel V (F); World Health Organisation (WHO), Dilling, Mombour, & Schmidt, 2009) und dem Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th und 5th edition (DSM-IV; DSM-V; American Psychiatric Association, 2000, 2013), aus den drei Kernsymptomen 1) Unaufmerksamkeit (z.B. Flüchtigkeitsfehler, hohe Ablenkbarkeit, Vergesslichkeit, geringe Ausdauer beim Spielen), 2) Impulsivität (z.B. mit Antworten heraus platzen, nicht warten können bis man an der Reihe ist, exzessives Reden, andere häufig unterbrechen und stören) und 3) hyperaktivem Verhalten (z.B. zappeln, nicht sitzen bleiben können, unnötig lautes Spiel bzw. Probleme sich mit ruhigen Freizeitbeschäftigungen zu befassen). Während nach ICD-10 eine bestimmte Anzahl von Symptomen

in jedem der drei Bereiche vorhanden sein muss, genügt nach DSM-IV/V das Vorliegen von mindestens sechs Symptomen aus den drei Bereichen zusammen. Sowohl nach ICD-10 als auch nach DSM-IV/V müssen die Symptome über einen Zeitraum von mindestens sechs Monaten vorliegen, ein unangemessenes, nicht mit dem Entwicklungsstand des Kindes zu vereinbarendes Ausmaß haben und situationsübergreifend (z.B. Schule und zu Hause) auftreten. Zudem muss die Störung vor dem siebten (DSM-IV; ICD-10) bzw. zwölften Lebensjahr (DSM-V) aufgetreten sein und deutliches Leiden oder eine deutliche Beeinträchtigung der sozialen, schulischen oder beruflichen Funktionsfähigkeiten verursachen.

Im DSM-IV und DSM-V wird zusätzlich eine Unterscheidung in drei ADHS Subtypen vorgenommen: den vorwiegend hyperaktiv-impulsiven Typ (ADHS-H/I; 314.01), den vorwiegend unaufmerksamen Typ (ADHS-U; 314.00) sowie den kombiniert unaufmerksamen und hyperaktiv-impulsiven Typ (ADHS-C; 314.01). Das ICD-10 unterscheidet dagegen die einfachen Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörung (ADHS-H/I; F90.0) von der hyperkinetischen Störung des Sozialverhaltens (F90.1) und berücksichtigt damit die am häufigsten komorbid auftretende Störungskategorie bei ADHS.

2.2 Prävalenz

ADHS zählt zu den häufigsten Gründen weshalb Eltern und deren Kinder medizinische Hilfe suchen und das Gesundheitssystem in Anspruch nehmen. Angaben zur Prävalenz schwanken jedoch deutlich von unter 1 % bis zu etwa 20 % (Faraone, Sergeant, Gillberg, & Biederman, 2003 ; Skounti, Philalithis, & Galanakis, 2007). Die Gründe für diese starken Abweichungen liegen vorwiegend in einer unterschiedlichen Methodik der einzelnen Studien (z.B. verwendete Messinstrumente, Klassifikation nach ICD-10 oder DSM-IV, Anzahl und Art der verwendeten Informationsquellen, Ausmaß der klinischen Beeinträchtigung) sowie in divergierenden Stichprobeneigenschaften (z.B. Alter, Geschlecht, Ethnie, klinische Stichprobe vs. Allgemeinbevölkerung) (Skounti, Philalithis, & Galanakis, 2007; Willcutt, 2012). Eine Metaanalyse von Polyanzck und Kollegen (2007), die insgesamt 102 Studien und über 170.000 Probanden einschloss, kommt zu dem Ergebnis, dass die weltweite Prävalenz von ADHS für Schulkinder bei etwa 5 % liegt, was auch von einer aktuellen Meta-Analyse von Willcutt et al. bestätigt wurde (2012). Wenn für Unterschiede in den Kriterien zur Bestimmung der ADHS Diagnose statistisch kontrolliert wurden, zeigten sich hinsichtlich der Prävalenz keine bedeutsamen Unterschiede zwischen einzelnen Ländern oder Regionen. Die Metaregressions-Analysen bestätigten, dass insbesondere methodische Unterschiede, die verwendeten diagnostischen Kriterien und die geforderte klinische Beeinträchtigung zu den Unterschieden bei den Prävalenzangaben beitrugen. In Deutschland wird laut Bundesgesundheitsurvey die Lebenszeitprävalenz für ADHS in der Gruppe der 3-17-Jährigen mit 5.1% angegeben (Huss et al, 2008), wobei Jungen deutlich häufiger betroffen sind (7.7 %) als Mädchen (1.8 %) und jüngere Kinder (11-13 Jahre; 7.1 %) stärker als ältere (14-17 Jahre; 5.6 %). Das Geschlechterverhältnis für ADHS

liegt bei etwa 3:1 Jungen gegenüber Mädchen (APA, 2000). Die Berechnungen zeigten zudem, dass ein niedriger sozioökonomischer Status (SÖS) signifikant mehr und ein Migrationshintergrund der Eltern signifikant weniger ADHS-Diagnosen vorhersagte.

2.2.1 Kulturelle Variation

Auch wenn uniforme Erhebungskriterien und -verfahren eingesetzt werden, scheint es in kulturell unterschiedlichen Regionen Unterschiede in der Wahrnehmung und Beurteilung von hyperaktivem oder störendem Verhalten zu geben. Die IMAGE Studie (International Multicenter ADHD Genetics Project, IMAGE; Kuntsi, Neale, Chen, Faraone, & Asherson, 2006), eines der größten internationalen Forschungsprojekte zu ADHS, mit über 1000 teilnehmenden Familien in 11 europäischen Ländern, fand trotz standardisierter Verfahren und Abläufe in den Studienzentren, signifikante Unterschiede in der mittleren Anzahl berichteter ADHS-Symptome zwischen den einzelnen Ländern (Muller et al., 2011a). Dies bekräftigt den Verdacht, dass kulturelle Unterschiede, die Erfassung von ADHS beeinflussen. Wenngleich ADHS eine primär genetisch-biologisch verursachte Störung mit einer weltweiten Prävalenz von etwa 5 % ist, scheint die Beurteilung dessen, was als problematisches Verhalten gesehen wird, über Länder, Ethnien und Kulturen hinweg zu variieren. Die Vernachlässigung des Einflusses kultureller Variation auf den diagnostischen Prozess könnte dazu führen, dass diagnostische Algorithmen und Cut-Offs für Subgruppen, wie beispielsweise Menschen mit Migrationshintergrund, ungeeignet sind (Canino & Alegria, 2008). Hierfür sprechen Befunde von Huss und Kollegen die zeigten, dass in Deutschland lebende Familien mit Migrationshintergrund, gleichzeitig weniger ADHS Diagnosen berichten, jedoch mehr ADHS-Symptome (Huss, Hälling, Kurth, & Schlack, 2008). Die allgemeine Prävalenz von ADHS bei Kindern liegt in Deutschland bei 5.1 %, während sie in Familien mit Migrationshintergrund mit 3.1 % signifikant niedriger ist (Schlack, Hölling, Kurth, & Huss, 2007). Dies könnte neben kulturellen Unterschieden wie einem abweichenden Hilfesuchverhalten sowie einer höheren Toleranz von ADHS-Symptome auch an einer Inkompatibilität der in Deutschland gängigen und an deutschen Stichproben evaluierten diagnostischen Verfahren liegen. Laut dem Auswärtigen Amt (Federal Office for Migration and Refugees Federal Ministry of the Interior, 2013) leben in Deutschland aktuell etwa drei Millionen Menschen aus der Türkei und bilden damit die größte Gruppe mit Migrationshintergrund hierzulande. Menschen mit niedrigerem Akkulturationsniveau (d.h. kulturell schlechter integriert) haben signifikant niedrigere Einkommen, weniger deutsche Freunde, schlechtere Sprachkenntnisse und ein niedrigeres Bildungsniveau als Menschen mit Migrationshintergrund, die besser integriert sind (Kiss & Kreienbrink, 2010). Mit der beschriebenen Problematik und der Frage nach dem Einfluss kultureller Variation auf die Erfassung von ADHS-Symptomen beschäftigt sich auch der erste Artikel dieser Arbeit.

2.3 Diagnostik

Die internationalen Leitlinien zur Diagnostik und Therapie von ADHS im Kindesalter (American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 2007; American Academy Of Pediatrics, 2000; Taylor et al., 2004) empfehlen, auch aufgrund der klinischen Heterogenität des Störungsbildes, die Berücksichtigung mehrerer Informationsquellen und die Verwendung unterschiedlicher diagnostischer Verfahren, darunter strukturierte klinische Interviews wie beispielsweise das Kiddi-SADS (Delmo, Weiffenbach, Gabriel, Stadler, & Poustka, 2001), Selbst- und Fremdbeurteilungsfragebögen und Verhaltensbeobachtung. Wenngleich diese Verfahren eine ausgesprochen wichtige Rolle bei der Diagnostik von ADHS spielen, ist ihnen ein bedeutsames Maß an Subjektivität der Einschätzung gemeinsam. Selbst- und Fremdbeurteilungsverfahren ebenso wie klinische Interviews sind anfällig für Verzerrungen (Edwards et al., 2007). Berichte über geringe Retest-Reliabilität von Symptomratings (Rabiner et al., 2010) und den Einfluss von Geschlecht, Ethnie und SÖS auf die Symptombewertung (Bussing, 2008; Skounti, Philalithis, & Galanakis, 2007) verstärkten Kritik und Vorbehalte gegenüber Fragebogenverfahren. Computerbasierte, neuropsychologische Tests als objektive, reliable und normierte Verfahren werden aus diesem Grund als wichtige Ergänzung zu den etablierten Verfahren angesehen.

Die hohen Komorbiditätsraten (s. Abschnitt 2.6) bei ADHS sowohl im Kindes- wie auch im Erwachsenenalter (Biederman, 2005), sind ein Grund für anhaltende Kritik an den beiden großen Diagnosesystemen ICD-10 und DSM-IV/V, welchen ein kategoriales Störungsmodell zu Grunde liegt. Hohe Komorbidität und damit auch ein hohes Maß an Überschneidung mit anderen Störungen deuten darauf hin, dass die Unterteilung in distinkte Kategorien häufig nicht die klinische Realität widerspiegelt und ein dimensionaler Ansatz sinnvoller wäre (Faraone, 2013). Wenngleich die kategoriale Struktur auch im jüngst erschienenen DSM-V beibehalten wurde, besteht nun erstmals die Möglichkeit, im Kindes- und Jugendalter neben einer ADHS Diagnose auch Autismus als komorbide Diagnose zu vergeben. Diese Neuerung wurde von vielen Praktikern begrüßt, da beide Störungen in der klinischen Praxis oftmals gemeinsam auftreten.

2.3.1 Die Conners^{3ed} Fragebögen

Die Conners Fragebögen, die in den 60er Jahren von Keith C. Conners entwickelt wurden, werden weltweit zu Diagnostik der ADHS eingesetzt (Muller et al., 2011a, 2011b). Die 3. Auflage der Conners Fragebögen (Conners 3ed; Conners, 2008) ist für Kinder und Jugendliche im Alter von 6-18 Jahren vorgesehen und ist als Selbst-, Eltern- und Lehrerurteil verfügbar. Außerdem existieren eine Kurz- und eine Langform des Verfahrens, wobei in den Studien, die in dieser kumulativen Dissertation vorgestellt werden, ausschließlich die Langform der Conners^{3ed} (105 Items) zum Einsatz kam. Die Fragen werden auf einer 4-stufigen Likert- Skala (0 = überhaupt nicht, nie; 1 = ein wenig, manchmal; 2 = stark, häufig; 3 = sehr stark, sehr häufig) beantwortet. Die Langversion erfasst ADHS auf zehn Symptom Skalen (Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität/Impulsivität, Lernprobleme, Exekutive

Funktionen, Aggressivität, Peer Beziehungen, DSM-Unaufmerksamkeit, DSM-Hyperaktivität/Impulsivität, Conduct Disorder, Oppositionelle Verhaltensstörung) und zwei Validitätsskalen (positiver/negativer Eindruck). Die Conners Fragbögen sind ins Deutsche übersetzt worden (Lidzba, Christiansen, & Drechsler, 2013) und die im amerikanischen Original berichtete Faktorstruktur konnte bestätigt werden (Christiansen, Hirsch, Drechsler, & Lidzba, submitted). Die internen Konsistenzen (Cronbachs Alpha) der Skalen liegen zwischen .77 und .97; die Retestreliabilität der Skalen lag nach einem Monat zwischen .71 und .95. Die Interrater-Reliabilität der einzelnen Skalen reicht von .52 bis .94 und liegt damit im mittleren bis hohen Bereich. Wenngleich die Conners^{3ed} Skalen sowohl im klinischen wie auch im Forschungskontext zu den am häufigsten eingesetzten Fragebogenverfahren für ADHS gehören und in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt wurden, ist der Einfluss von kulturellen Unterschieden auf die Wahrnehmung und Beurteilung von Symptomen (und damit die Robustheit der Conners^{3ed} Skalen gegenüber kulturellen Einflüssen) weitgehend unklar.

2.3.2 Neuropsychologische Diagnostik von ADHS und Bewegungsmessung

Das in der neuropsychologischen Diagnostik von ADHS am häufigsten eingesetzte Paradigma ist der Continuous Performance Task (CPT) (Epstein et al., 2003; McGee, Clark, & Symons, 2000; Nichols & Waschbusch, 2004). CPTs sind computerbasierte Vigilanz-Tests deren Ziel es ist, exekutive Funktionen (EF) zu erfassen. Exekutive Funktionen beschreiben höhere Kontrollmechanismen, welche für problemlösendes, zielgerichtetes Verhalten und die Regulation von Antrieb, Motivation und Affekt zuständig sind (Banaschewski, Roessner, Uebel, & Rothenberger, 2004). EF wie Daueraufmerksamkeit, selektive Aufmerksamkeitsprozesse sowie behaviorale Inhibition zeigen sowohl konzeptuell als auch empirisch einen engen Zusammenhang zu den Kernsymptomen der ADHS (Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). Im Rahmen von CPTs ist es Aufgabe der Probanden, auf einen Zielreiz so schnell wie möglich z.B. durch Tastendruck zu reagieren und bei Nicht-Zielreizen eine Reaktion zu inhibieren. Auf einen Zielreiz nicht zu reagieren (Auslassungsfehler) wird als Marker für Unaufmerksamkeit interpretiert, während eine Reaktion auf einen Nicht-Zielreiz (Impulsfehler) als Marker für Impulsivität gewertet wird (Nichols & Waschbusch, 2004). CPTs stellen zunächst nur ein Testparadigma dar, welches in einer Vielzahl von unterschiedlichen neuropsychologischen Tests eingesetzt wird, die sich in Testmerkmalen wie beispielsweise im Verhältnis von Zielreizen zu Nicht-Zielreizen, Dauer des Interstimulus Intervalls (ISI), Darbietungsart (z.B. auditiv vs. visuell) und Testdauer unterscheiden (Riccio, Reynolds, Lowe, & Moore, 2002). Zur Erfassung der behavioralen Impulsivität werden oftmals Go/No-Go-Tests verwendet, die eine Version von CPTs darstellen, welche sich durch eine > 50% Auftretenswahrscheinlichkeit für Zielreize auszeichnen. Die Auftretenswahrscheinlichkeit der Zielreize beeinflusst die Erwartung der Probanden, wobei eine hohe Rate an Zielreizen zu einem aktiveren Antwortverhalten führt. Für Jugendliche (Kuntsi, Wood, Van Der Meere, & Asherson, 2009)

und Erwachsene (Dillo et al., 2010) sind Deckeneffekte bei Go/No-Go Aufgaben beschrieben worden, weshalb das Alter der Probanden bei der Auswahl des neuropsychologischen Tests berücksichtigt werden muss.

Wenngleich CPTs eine hohe Augenscheinvalidität als objektives Maß für ADHS-Symptome wie Unaufmerksamkeit und Impulsivität haben, sind die Befunde zum diagnostischen Nutzen von CPTs uneinheitlich (Barkley, 1991; McGee, Clark, & Symons, 2000). Eine große Zahl von Studien belegt Unterschiede in CPT Maßen zwischen ADHS-Kindern und gesunden Kontrollen, was die Sensitivität der Maße belegt (Nichols & Waschbusch, 2004), nur wenige finden jedoch auch Unterschiede zwischen ADHS und anderen klinischen Gruppen (O'Brien, Halperin, Newcorn, Sharma, & et al., 1992), was wiederum auf eine geringe Spezifität hindeutet. Gleichzeitig gelingt es anhand von CPTs jedoch, Verzerrungen im diagnostischen Prozess aufgrund des Geschlechts von Pateinten zu reduzieren (Hasson & Fine, 2012). Obwohl CPTs also bislang keine ausreichende Spezifität gezeigt haben, um für sich genommen eine ADHS Diagnose zu rechtfertigen, sprechen die Befunde dafür, dass CPTs als Maß für Unaufmerksamkeit und teilweise auch für Impulsivität einen Beitrag zur Diagnostik von ADHS leisten können. CPTs liefern jedoch keine Informationen zum Ausmaß der Hyperaktivität – einem der Kernsymptome von ADHS. Zwei naturalistische Studien, die Unterschiede im Ausmaß der motorischen Aktivität von ADHS-Kindern und einer parallelisierten gesunden Stichprobe verglichen (Porrino et al., 1983b; Porrino et al., 1983a), verwendeten tragbare Bewegungsmesser über den Verlauf einer Woche. Die motorische Aktivität von ADHS-Kindern war dabei deutlich höher als die der Kinder in der Kontrollstichprobe, unabhängig von der Tageszeit (Tag/Nacht) und vom Setting (Schule/zu Hause/Freizeit mit Gleichaltrigen), was ein Hinweis darauf ist, dass Hyperaktivität nicht nur ein Resultat des Ausmaßes an Aufmerksamkeitsbeanspruchung darstellt. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Erfassung von motorischer Aktivität (neben kognitiven Variablen) als unabhängiges Kernsymptom erforderlich ist.

Unterschiedliche apparative Methoden zur objektiven Bewegungsmessung sind untersucht worden (Barkley & Ullman, 1975; Conners & Kronsberg, 1985), wobei die am häufigsten zu Forschungszwecken verwendeten die Methode des *motion tracking systems* (MTS) und der *Actigraph-Messung* sind. Bei der MTS Methode wird mithilfe einer Kamera die Bewegung von Reflektoren aufgezeichnet, welche an verschiedenen Körperteilen des Probanden befestigt sind. Bei der Actigraph-Messung tragen die Probanden dagegen ein Gerät zur Bewegungsmessung am Körper. Studien zu beiden Methoden liefern objektive Maße zur Bewegungsaufzeichnung (Teicher, Ito, Glod, & Barber, 1996) und berichten konsistent Unterschiede zwischen ADHS Probanden und Kontrollen (Halperin, Matier, Bedi, Sharma, & Newcorn, 1992; Reichenbach, Halperin, Sharma, & Newcorn, 1992).

Halperin und Kollegen (1992) gehören zu den ersten, die das CPT Paradigma mit einer apparativen Bewegungsmessung kombinierten, mit dem Ziel, die Spezifität von CPTs zu erhöhen. Sie berichten, dass CPT Maße für Unaufmerksamkeit zwar eine gesunde Kontrollgruppe von einer ADHS

Gruppe und einer anderen klinischen Kontrollgruppe differenzieren konnten, die beiden klinischen Gruppen sich jedoch nicht hinsichtlich ihrer CPT Maße unterschieden. Die ADHS Gruppe ließ sich aber anhand ihres höheren Aktivitätsniveaus von der klinischen Kontrollgruppe unterscheiden, was als Hinweis auf eine verbesserte Spezifität bei einer Kombination von CPT und Bewegungsmessung gewertet werden kann. Befunde sprechen zudem für eine gute Retest-Reliabilität von Actigraph-Messungen sowie gute Übereinstimmungen mit sowohl Eltern- wie auch Lehrerurteilen für hyperaktives Verhalten (Reichenbach, Halperin, Sharma, & Newcorn, 1992). Daneben ist eine genetische Veranlagungskomponente für motorische Aktivität berichtet worden (Wood, Saudino, Rogers, Asherson, & Kuntsi, 2007).

2.3.3 Der Quantified behavior Test (QbTest)

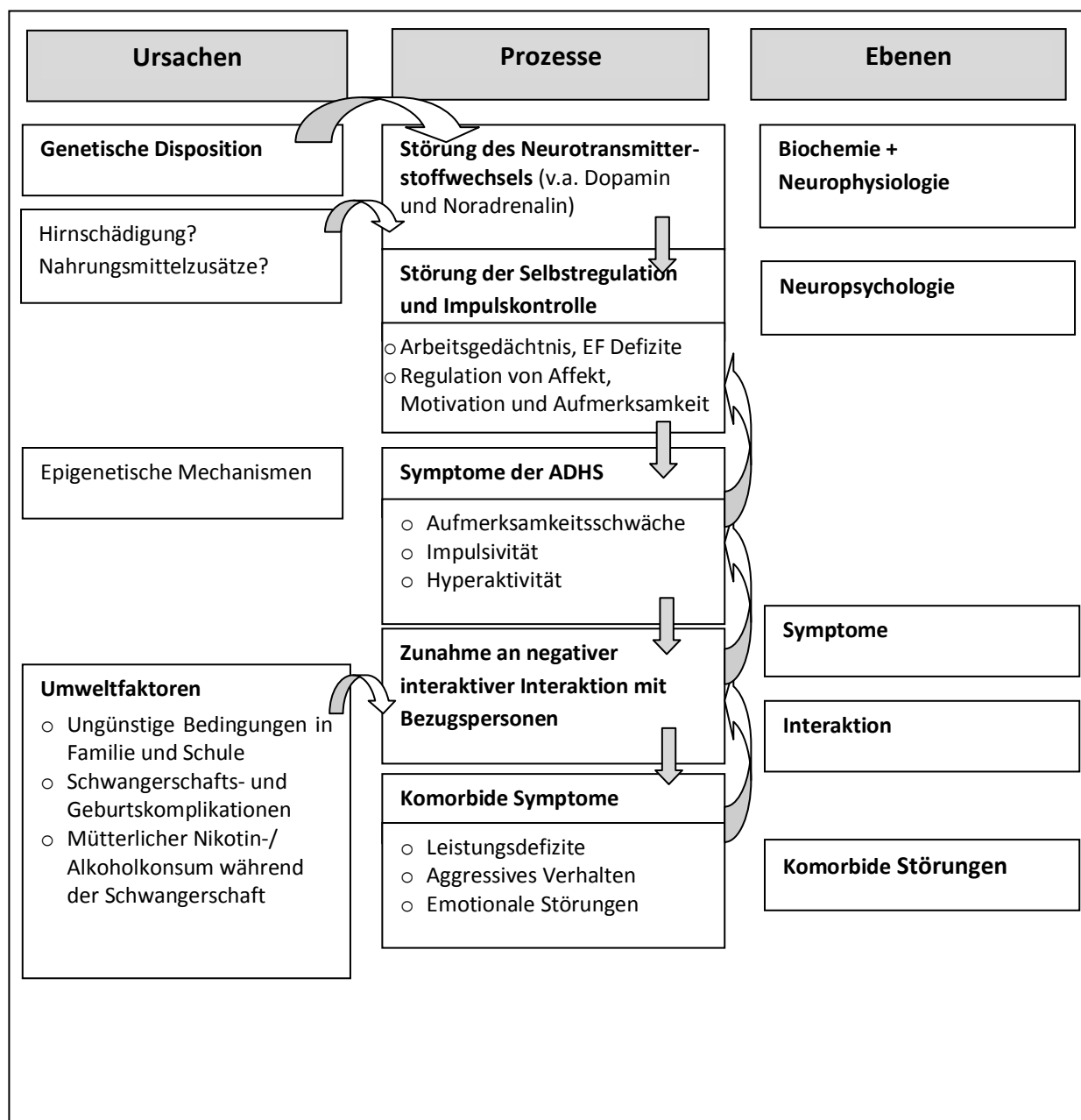
Der QbTest ist der erste neuropsychologische Test, der die Kombination des CPT Paradigmas mit einer apparativen Messung der motorischen Aktivität kommerziell zur Verfügung stellt. Ziel des Tests ist es, die drei ADHS Kernsymptome (Hyperaktivität, Unaufmerksamkeit und Impulsivität) objektiv und separat zu erfassen. Während die Probanden einen standardisierten CPT am Computer bearbeiten, verfolgt eine Infrarot-Kamera die Bewegungen eines Reflektors, der an einem Stirnband befestigt ist, welches die Probanden während der Bearbeitung des Tests tragen. Die Infrarot-Kamera wird in einem Abstand von 1m vor dem Proband platziert, der vor einem Computerbildschirm Platz nimmt. Der Proband sitzt auf einem Hocker ohne Rücken- und Armlehne, um sicher zu stellen, dass keine lehrende Sitzhaltung eingenommen werden kann. Der QbTest CPT beinhaltet die Präsentation von zwei Stimuli: ein grauer Kreis (Zielreiz) und ein grauer Kreis mit Kreuz (Nicht-Zielreiz). Die Stimuli werden auf dem Bildschirm für je 100ms dargeboten, mit einem Interstimulus-Intervall (ISI) von 1900ms. Insgesamt werden 450 Stimuli über eine Dauer von 15 Minuten dargeboten, wobei das Verhältnis von Zielreiz und Nicht-Zielreiz 50:50 beträgt. Die Probanden werden instruiert, auf Zielreize durch Tastendruck so schnell wie möglich zu reagieren und auf Nicht-Zielreize nicht zu reagieren. Die Testinstruktion betont also sowohl Schnelligkeit als auch Genauigkeit des Antwortverhaltens. Die Bewegungen des Probanden werden durch die Aufzeichnung der Koordinaten (X und Y) des Reflektors gemessen (Ulberstad, 2012). Es gibt zwei Testversionen, für die separate Normen zur Verfügung gestellt werden. Eine Version für Kinder im Alter von 6-12 Jahren (QbTest) und eine für Jugendliche und Erwachsene von 12-60 Jahren (QbTest plus). Der QbTest plus hat eine Dauer von 20 Minuten und unterscheidet sich darüber hinaus vom QbTest zum einen in den präsentierten Stimuli (grauer Kreis, graues Quadrat, roter Kreis, rotes Quadrat) wobei zwei identische aufeinander folgende Stimuli einen Zielreiz darstellen. Zum anderen unterscheiden sich beide Versionen im Verhältnis von Zielreizen zu Nicht-Zielreizen, welches bei der Testversion für Erwachsenen bei 25:75 liegt. Für beide Testversionen liegen alters- und geschlechtsspezifische Normen vor.

Insgesamt werden 17 Parameter berichtet, die in Aktivitätsparameter und CPT Parameter unterschieden werden können. Die fünf Aktivitätsparameter umfassen: Bewegungszeit (Zeit in Prozent, die der Proband sich mehr als 1cm/sec bewegt), Distanz (Distanz die der Reflektor während der Testung zurück legt in m), Fläche (abgedeckte Oberfläche des Reflektor während der Testung in cm²), Mikrobewegungen (Gesamtanzahl der Bewegungen bei denen sich der Reflektor seit dem letzten Messzeitpunkt > 1mm bewegt hat) und Bewegungssimplizität (Maß für die Komplexität des Bewegungsablaufs in Prozent). Die 12 CPT Parameter umfassen: Reaktionszeit (RT; mittlere Reaktionszeit aller korrekten Antworten), Ausreißer (RTs die im Verhältnis zur Gesamten RT deutlich langsamer waren), Reaktionszeit Variation (RTvar, die Standardabweichung der RT), NormReaktionszeit Variation (Norm RTvar; RTvar in Bezug zu RT), Auslassfehler (Antworttaste fälschlicherweise nicht gedrückt), Impulsfehler (Antworttaste fälschlicherweise gedrückt), Fehlerrate (Gesamtzahl der inkorrekten Antworten), Zufall (RT von < 150ms), Mehrfachantworten (mehrmaliges Drücken der Antworttaste auf einen Stimulus), Dprime (Sensitivitätsmaß, das angibt wie gut Proband zwischen Zielreiz und Nicht-Zielreiz unterscheiden kann), NormImpulsfehler (Verhältnis von Impulsfehlern zu richtigen Reaktionen auf Zielreize), Passivität (längste aufeinanderfolgende Anzahl an Auslassfehlern).

Der QbTest wird als diagnostisches Verfahren für ADHS vermarktet und teilweise bereits zur Dosierung von Medikation eingesetzt (Vogt & Williams, 2011; Wehmeier, Dittmann, Banaschewski, & Schacht, 2012; Wehmeier et al., 2011). Zudem wurde der Test in einer Reihe von Studien zu unterschiedlichen Aspekten von ADHS verwendet (Brocki, Tillman, & Bohlin, 2008; Scholtens, Diamantopoulou, Tillman, & Rydell, 2011). Insgesamt stellen die (A) Kombination des CPT Paradigmas mit einer apparativen Messung der motorischen Aktivität und (B) die durch den Test angestrebte separate Erfassung der drei ADHS Kernsymptome einen wichtigen Vorteil gegenüber anderen neuropsychologischen Verfahren wie beispielsweise der Aufmerksamkeitstestbatterie für Kinder (KiTap; Zimmermann, Gondan, & Fimm, 2002) dar. Unsere Studie zur Faktorstruktur und zur Validität des QbTests (Reh et al., 2013) gehört zu den ersten Studien hinsichtlich der psychometrischen Eigenschaften des Tests.

2.4 Befunde und Modelle zur Ätiologie

Wie bei anderen psychiatrischen Erkrankungen, geht man auch bei ADHS von einer multifaktoriellen Verursachung aus. Das Zusammenwirken verschiedener Faktoren auf unterschiedlichen Ebenen wird in einem biopsychosozialen Störungsmodell zusammengefasst.



einer genetischen Disposition für die Störung eine Reihe von Umweltfaktoren gibt, die bedeutsam sind. Die Hypothese, dass ADHS Folge einer Hirnschädigung oder auch Folge bestimmter Nahrungsmittelunverträglichkeiten ist, wurden durch empirische Studien weitgehend widerlegt (Cormier, 2008). Epigenetische Prozesse hingegen, welche die Wechselwirkung von Genetik und Umwelt beschreiben, scheinen eine wichtige Rolle für den Verlauf der Erkrankung zu spielen.

2.4.1 Genetische Befunde

Genetik spielt bei der Entstehung von ADHS eine wesentliche Rolle (Faraone & Biederman, 2005; Zhou et al., 2008). Familienstudien ergaben, dass etwa 1/3 der biologischen Eltern von ADHS-Kindern selbst von ADHS betroffen sind (Cormier, 2008). Schätzungen aus über 20 weltweit durchgeführten Zwillings- und Adoptionsstudien zu Folge ist etwa 76% der phänotypischen Variabilität von ADHS auf genetische Faktoren zurückzuführen (Faraone & Biederman, 2005). Befunde dazu welche Gene einen bedeutsamen Einfluss haben, sind jedoch widersprüchlich (Arcos-

Burgos et al., 2002; Bakker et al., 2003; Faraone et al., 2005; Fisher et al., 2002). Kopplungsstudien konnten zwar unter anderem die Bedeutung des Dopamin Transporter Gens (DAT1) und des Dopamin Rezeptor Gens (DRD4) replizieren, die Effekte für einzelne Genevarianten sind jedoch mit Odds Ratios von 1.18 – 1.46 gering (Faraone et al., 2005). Die Befunde sprechen insgesamt dafür, dass die Veranlagung für ADHS über mehrere Gene mit jeweils kleinen Effekten vererbt wird, wobei die Ausprägung einzelner Genvarianten wiederum durch epigenetische Mechanismen auch dem Einfluss von Umweltfaktoren unterliegt. Das Konzept der intermediären Phänotypen, welches unter 2.5.1 genauer dargestellt wird, könnte ein Bindeglied zwischen der stark heterogenen phänotypischen Ebene von ADHS und der zugrundeliegenden genetischen Ebene darstellen und bei der Entschlüsselung der Genetik von ADHS eine wichtige Rolle spielen (Buitelaar, 2005). Artikel 3 dieser kumulativen Dissertation beschäftigt sich mit der Frage, ob die drei QbTest-Faktoren – Hyperaktivität, Impulsivität und Unaufmerksamkeit – als intermediäre Phänotypen für ADHS geeignet sein könnten.

2.4.2 Umweltfaktoren

Eine starke genetisch-biologische Verursachungskomponente für ADHS gilt heute als gesichert. Ungünstige psychosoziale Umgebungsbedingungen scheinen weniger eine primäre Ursache zu sein, als vielmehr zu Schweregrad und Chronifizierung der Störung sowie dem Auftreten komorbider Probleme beizutragen (Biederman, 2005). Die Umweltfaktoren lassen sich in prä- und postnatale Faktoren unterscheiden.

Pränatal – Neben Schwangerschafts- und Geburtskomplikationen und einem geringen Geburtsgewicht sind auch Infektionen und Toxine (chronische Bleiexposition, Alkohol-, Benzodiazepin-, Nikotiongebrauch während der Schwangerschaft) als pränatale Risikofaktoren für ADHS beschrieben worden (Brassett-Harknett & Butler, 2007). Zu den am besten belegten Risikofaktoren gehört das Rauchen der Mutter während der Schwangerschaft (Thapar et al., 2003), unabhängig von möglichen Konfundierungsvariablen wie elterliches Bildungsniveau, Intelligenz oder SÖS. Eine Entwicklung ADHS-ähnlicher Symptome beim Nachwuchs nach einer Nikotinexposition während der Schwangerschaft konnte auch in tierexperimentellen Studien bestätigt werden (Van de Kamp & Collins, 1994). Zudem konnte eine Wechselwirkung zwischen genetischer Prädisposition und mütterlichem Rauchen während der Schwangerschaft festgestellt werden. Das Vorliegen des DAT10-repeat Allels führte bei mütterlichem Nikotinkonsum in der Schwangerschaft zu einem höheren Risiko für ADHS, als wenn die genetische Disposition nicht gegeben war (Kahn, Khoury, Nichols, & Lanphear, 2003). Sowohl für prä- wie für postnatale Umweltfaktoren liegen Studien zu epigenetischen Genexpression d.h. zu Wechselwirkungen von Genetik und Umweltbedingungen vor. Insgesamt sind die komplexen Wechselwirkungen von endogenen- und exogenen-Risikofaktoren für ADHS jedoch noch wenig erforscht.

Postnatal – Allgemeine Umweltfaktoren wie eine schwere Deprivation in der frühen Kindheit, institutionelle Erziehung und ein niedriger SÖS zählen zu den postnatalen Risikofaktoren von ADHS (Rutter, 1999, 2009). Zu den familiären und psychosozialen Risikofaktoren gehören neben der Qualität der Eltern-Kind-Beziehung und der elterlichen Erziehungsfertigkeiten auch eine Psychopathologie der Eltern (insbesondere der Mutter), väterliche Kriminalität, chronische Ehe- und Familienkonflikte sowie die Größe der Familie (Biederman, Milberger, Faraone, & et al., 1995). Auch die ungünstigen Auswirkungen von High Expressed Emotions (HEE: Kritik, Feindseligkeit und emotionales Überengagement seitens der Eltern) auf die ADHS Symptomatik des Kindes sind als postnatale Umweltfaktoren untersucht worden (Christiansen, Oades, Psychogiou, Hauffa, & Sonuga-Barke, 2010; Sonuga-Barke et al., 2008). Da in Familien mit Migrationshintergrund oft mehrere der hier aufgeführten Risikofaktoren zusammenkommen, ist die Frage nach der Kulturspezifität von diagnostischen Instrumenten, der in Artikel 1 dieser Arbeit nachgegangen wird, besonders relevant.

2.5 Neuropsychologische Befunde

Da sich der zweite und dritte Artikel dieser kumulativen Dissertation mit der Ebene der Neuropsychologie von ADHS beschäftigt, wird im Folgenden die Forschungslage in diesem Bereich kurz zusammengefasst. Ein Großteil der Studien zur Neuropsychologie von ADHS beschäftigt sich mit Exekutiven Dysfunktionen (ED). Zu den am häufigsten untersuchten ED zählen kognitive Prozesse wie Inhibitionskontrolle, Arbeitsgedächtnis sowie kognitive Flexibilität (Castellanos & Tannock, 2002). In neuropsychologischen Studien zu ADHS zeigen sich robuste Befunde zu langsameren und variableren Reaktionszeiten sowie erhöhten Fehlerraten bei Kindern mit ADHS verglichen mit gesunden Kontrollprobanden (Andreou et al., 2007; Doyle et al., 2005b; Drechsler, Brandeis, Földényi, Imhof, & Steinhausen, 2005; Epstein et al., 2003; Scheres, Oosterlaan, & Sergeant, 2001; Uebel et al., 2010). Impulsfehler sind wiederholt als Marker für behaviorale Impulsivität verwendet worden (Egeland & Kovalik-Gran, 2010a, 2010b; Nichols & Waschbusch, 2004; Slaats-Willemse, Swaab-Barneveld, de Sonnevile, van der Meulen, & Buitelaar, 2003; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005), wohingegen eine langsamere, variabelere Reaktionszeit und Auslassungsfehler regelmäßig mit einer Störung der Aufmerksamkeit in Verbindung gebracht worden sind (McGee, Clark, & Symons, 2000; Nichols & Waschbusch, 2004). Heute geht man nicht mehr davon aus, dass die Kapazität der Aufmerksamkeit insgesamt, sondern der selbstgesteuerte, kontrollierte Einsatz der Aufmerksamkeit bei ADHS-Kindern gestört ist. Dafür sprechen beispielsweise Befunde, die zeigen, dass die aufgabenbezogene Anpassung der Aufmerksamkeit nach einem Fehler bei ADHS-Kindern beeinträchtigt zu sein scheint (Albrecht et al., 2008).

Auch eine umfangreiche Meta-Analyse, die 83 Studien zu ED bei ADHS einschloss, bestätigt die Relevanz der ED für die Ätiologie von ADHS (Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). ADHS-Kinder unterschieden sich insgesamt signifikant von Kontrollen (Cohens d : .46-.69), sowohl in klinischen Stichproben wie auch in Allgemeinbevölkerungsstichproben auch dann, wenn für

Unterschiede in Intelligenz, Bildungsniveau oder Symptome anderer Störungen kontrolliert wurde. Gleichzeitig spricht die Tatsache, dass ED nicht universell bei allen ADHS Patienten gleich ausgeprägt sind dagegen, dass diese eine notwendige oder hinreichende Erklärung für ADHS darstellen (Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass ADHS-Kinder in neuropsychologischen Untersuchungen bezüglich ED grundsätzlich schlechtere Leistungen zeigen, als gesunde Kontrollen, dass jedoch bislang kein spezifisches neuropsychologisches Profil für ADHS identifiziert werden konnte.

Neben Defiziten der EF berichteten mehr und mehr neuropsychologische Studien über Defizite von ADHS-Kindern in nicht-exekutiven Bereichen, darunter eine veränderte Zeitwahrnehmung sowie Auffälligkeiten bei motivationalen Prozessen. ADHS-Kinder zeigen in Studien eine Abneigung gegen Belohnungsaufschub, wählen eher kleinere Belohnungen, die sie sofort bekommen können, anstatt auf eine größere Belohnung länger zu warten („smaller sooner versus larger later“; Marco et al., 2009; Oosterlaan & Sergeant, 1998). Weiterhin zeigten sich in einer Reihe von Studien Defizite in der Zeitverarbeitung, wobei ADHS-Kinder verglichen mit Kontrollkindern schlechter Zeiteinheiten reproduzieren (Time tapping tasks) beziehungsweise einschätzen können (Rommelse et al., 2008; Rommelse, Oosterlaan, Buitelaar, Faraone, & Sergeant, 2007). Das Triple Pathway Model von Sonuga-Barke (Sonuga-Barke, Bitsakou, & Thompson, 2010), integriert diese Befunde zur Neuropsychologie von ADHS und postuliert drei Defizitbereiche: 1) Auffälligkeiten im Bereich der Exekutiven Funktionen (Störung der Inhibitionskontrolle), 2) eine Beeinträchtigung der Fähigkeit des Belohnungsaufschubs (Störung der Motivation) und 3) Wahrnehmungsabweichungen (Störung der Zeitwahrnehmung). Abbildung 2 (aus: Sonuga-Barke, Bitsakou, & Thompson, 2010) veranschaulicht die relativen Anteile von N = 77 ADHS-Patienten mit Defiziten in den Bereichen Inhibition, Zeitwahrnehmung und Belohnungsaufschub und die Überschneidungen zwischen den Bereichen. Die Abbildung verdeutlicht die neuropsychologische Heterogenität der Erkrankung, bei der einzelne Individuen in unterschiedlichen Bereichen verschieden stark betroffen sind.

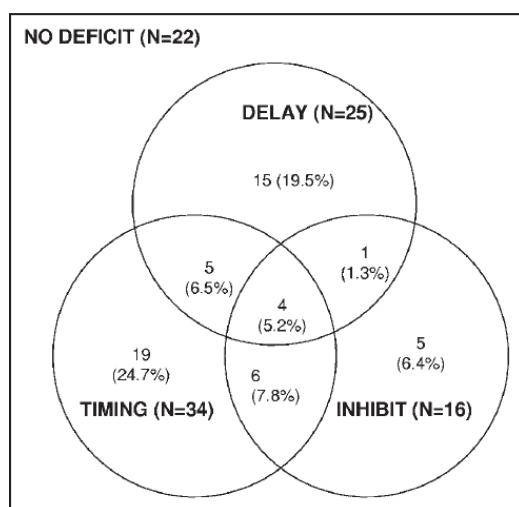


Abbildung 2: Triple Pathway Model (aus: Sonuga-Barke, Bitsakou, & Thompson, 2010)

2.5.1 Intermediäre Phänotypen

Artikel 3 der vorliegenden Arbeit beschäftigt sich mit dem Konzept der intermediären oder latenten Phänotypen. Intermediäre Phänotypen stellen Variablen dar, die auf dem Kontinuum zwischen der phänotypischen Symptomebene (Manifestation der Störung) und der genetischen Ebene liegen (Almasy & Blangero, 2001; Gottesman & Gould, 2003). Die Grundannahme ist, dass die Ausprägung eines solchen Risikomarkers bei erkrankten Personen deutlich höher sein sollte als bei gesunden Personen. Zudem sollten Verwandte 1. Grades von Patienten eine intermediäre Ausprägung aufweisen (Castellanos & Tannock, 2002; Doyle et al., 2005b; Waldman, 2005). Bislang konzentrierte sich die Forschung zu intermediären Phänotypen bei ADHS auf neuropsychologische Marker, die mit Unaufmerksamkeit (Uebel et al., 2010) und impulsivem Verhalten (Slaats-Willemse, Swaab-Barneveld, de Sonnevile, van der Meulen, & Buitelaar, 2003) in Verbindung gebracht werden können. Auch Störungen der Feinmotorik sind als intermediäre Phänotypen von ADHS untersucht worden (Albrecht et al., 2008; Rommelse et al., 2007). Neuropsychologische Maße wurden bislang jedoch ausschließlich auf Einzelvariablenebene nicht auf Faktorebene untersucht, obwohl die Aggregation von Daten durch die Verwendung von Faktorwerten als ein Schritt zur Verbesserung der Definition von intermediäre Phänotypen vorgeschlagen worden ist (Doyle et al., 2005a; Doyle et al., 2005b) und sich beispielsweise in neurogenetischen Studien (Wacker, Mueller, Hennig, & Stemmler, 2011) und in der klinischen Forschung zu familiären neuropsychologischen Defiziten bei Schizophrenie bereits als sehr erfolgreich erwiesen hat (Krabbendam, Marcelis, Delespaul, Jolles, & van Os, 2001). Die Identifikation intermediärer Phänotypen im Sinne von Risikomarkern für ADHS könnte eine Möglichkeit bieten, die Heterogenität auf Symptomebene zusammenzufassen, was dazu beitragen könnte, die Klassifikation und Diagnostik von ADHS zu verbessern. Weiterhin könnten solche Risikomarker bei der Suche nach frühzeitigen Prädiktoren für die Persistenz der Störung dazu beitragen, dass Strategien der Primärprävention entwickelt und Behandlungsansätze besser zugeschnitten werden. Letztlich könnten intermediäre Phänotypen auch quantifizierbare Maße darstellen, mit deren Hilfe die Entschlüsselung der genetischen Grundlagen von ADHS weiter voran gebracht werden könnte (Buitelaar, 2005; Gottesman & Gould, 2003).

2.6 Verlauf und Komorbidität

Während ADHS lange Zeit als rein kinder- und jugendpsychiatrische Störung angesehen wurde, gilt es heute als gesichert, dass die Symptomatik bei einem großen Teil der Betroffenen bis ins Erwachsenenalter bestehen bleibt (Biederman, 2005). Aktuelle epidemiologische Studien geben eine Lebenszeitprävalenz von ADHS bei Erwachsenen von 3-5 % an (Faraone, 2004; Kessler et al., 2006). Wenngleich längsschnittliche Studien die Persistenz der ADHS Symptomatik seit langem dokumentieren (Gittelman, Mannuzza, Shenker, & Bonagura, 1985; Klein & Mannuzza, 1991; Mannuzza, Klein, Bessler, Malloy, & LaPadula, 1993; Mannuzza et al., 1991), sind die Angaben zu Persistenzraten inkonsistent und reichen von weniger als 20 % bis zu 80 % (Barkley, Fischer,

Edelbrock, & Smallish, 1990; Gittelman, Mannuzza, Shenker, & Bonagura, 1985; Steinhausen, Drechsler, Földényi, Imhof, & Brandeis, 2003). Ähnlich wie bei den Befunden zur Prävalenz, scheinen diese Inkonsistenzen in erster Linie auf methodischen Unterschieden zwischen den Studien sowie Unterschieden in den Diagnosesystemen ICD und DSM zu beruhen (Barkley, Fischer, Smallish, & Fletcher, 2002). Daneben sind auch Unterschiede in der Festlegung von Kriterien für eine Remission (z.B. Diagnosekriterien nicht mehr voll erfüllt vs. subjektive Beschwerdefreiheit) verantwortlich für divergierende Angaben (Biederman, 2004). Im Verlauf der Erkrankung zeigt sich, dass Symptome der Hyperaktivität teils nachlassen, während Impulsivität und Unaufmerksamkeit bestehen bleiben (Hart, Lahey, Loeber, Applegate, & Frick, 1995). Unbehandelt kommen im Laufe der Zeit häufig intra- (z.B. emotionale Instabilität, geringer Selbstwert) und interpersonelle Probleme (z.B. mit Eltern, Freunden, Partnern und Vorgesetzten) hinzu. Jugendliche mit ADHS haben zudem ein erhöhtes Risiko für einen Schul- und Ausbildungsabbruch, eine schlechtere Beziehungsqualität zu Gleichaltrigen, mehr Konflikte mit den Eltern sowie ein deutlich höheres Risiko für Delinquenz und Substanzmissbrauch (Biederman, 2005).

Die Komorbiditätsraten bei ADHS sind hoch (Gillberg et al., 2004; Kadesjö & Gillberg, 2001). Schätzungsweise erfüllen zwei von drei Kindern mit ADHS auch die diagnostischen Kriterien mindestens einer weiteren psychiatrischen Störung (Cormier, 2008). Im Kindesalter gehören neben den Störungen des Sozialverhaltens auch affektive Störungen (sowohl unipolar als auch bipolar), Autismus-Spektrums-Störungen, Angststörungen und Lernstörungen zu den häufigsten komorbiden Diagnosen (Biederman, 2005; Steinhausen et al., 2006). Zu beachten ist, dass sich die beiden Diagnosesysteme ICD und DSM in ihrer Einteilung der häufigsten komorbiden Störung von ADHS unterscheiden. Das DSM-IV grenzt die Oppositional Defiant Disorder (ODD; DSM-V: 313.81), die einem leichteren Störungsgrad entspricht, von der Conduct Disorder (CD; DSM-IV: 312.8) mit einer schwerwiegenderen Symptomatik ab. Dem leichteren Störungsbild der ODD entspricht nach ICD-10 die Störung des Sozialverhaltens, die auf den familiären Rahmen beschränkt ist (F91.0) mit fehlenden (F91.1) bzw. mit vorhandenen sozialen Bindungen (F91.2). Das Äquivalent zur CD ist im ICD-10 die Störung des Sozialverhaltens mit oppositionellem, aufsässigem Verhalten (F91.3). Etwa 50 - 60 % der ADHS-Kinder erfüllen die DSM-IV Kriterien für die ODD, 25 % die Kriterien für die CD (Kadesjö & Gillberg, 2001). Wenngleich es die Hypothese gibt, dass ADHS unbehandelt einer ODD voran geht, auf welche wiederum eine CD folgen kann, die sich im Erwachsenenalter zu einer antisozialen Persönlichkeitsstörung entwickeln kann, ist dieser Entwicklungspfad bislang nicht ausreichend belegt (Lahey et al., 2000).

Die Häufigkeit komorbider Störungen bei erwachsenen Patienten mit ADHS ist ebenfalls hoch (Biederman, 2005; Faraone & Biederman, 1998) und umfasst neben einer Reihe von affektiven Störungen wie bipolare Störungen oder Depression, insbesondere Störungen des Sozialverhaltens bzw. antisoziale Persönlichkeitsstörungen, die Borderline Persönlichkeitsstörung sowie Suchterkrankungen (Davidson, 2008). Die Komorbidität mit Schizophrenie sowie ätiologische Überschneidungen dieser

beiden Erkrankungen sind Gegenstand aktueller Studien (Larsson et al., 2013). Für einen großen Teil der ADHS Patienten bekommen die komorbiden Probleme im Erwachsenenalter eine noch größere klinische Relevanz und Dringlichkeit als die ADHS-Symptome selbst (Kessler et al., 2005).

2.7 Therapie

Die Leitlinien zur Behandlung von ADHS im Kindesalter schlagen eine multimodale Therapie bestehend aus Pharmakotherapie, Verhaltenstherapie und ggf. Eltern und/oder Lehrertrainings vor (American Academy Of Pediatrics, 2000; Brown et al., 2005; Taylor et al., 2004). Ein hoher Schweregrad der Störung und eine krisenhafte Zuspitzung sind Indikatoren für eine primär medikamentöse Therapie, wohingegen bei einer geringeren Ausprägung der Störung mit Vorliegen von komorbiden Störungen die primäre Indikation für Verhaltenstherapie gegeben ist (Van der Oord, Prins, Oosterlaan, & Emmelkamp, 2008). Die Empfehlungen der Leitlinien decken sich mit den Ergebnissen der groß angelegten Multimodal-Treatment-Study zur Behandlung von ADHS (MTA Cooperative Group, 1999; MTA; Muller et al., 2011a; Muller et al., 2011b), in der die Effektivität der medikamentösen Therapie (Ritalin), mit einer verhaltenstherapeutischen (VT) Behandlung, einer Kombination aus Medikation und VT, sowie einer „Community Care“ Gruppe (ambulante Versorgung durch die Behandler vor Ort wurde ausschließlich dokumentiert, nicht kontrolliert) verglichen wurde. Während die medikamentöse Behandlung und die Community Care Gruppe (bestand zu 70 % aus primär pharmakologischer Behandlung) zu Abschluss der Therapie der rein verhaltenstherapeutischen Behandlung überlegen waren, zeigte sich im Follow-Up, dass die Effekte der rein pharmakologischen Behandlung ebenso wie die der Community Care Gruppe nicht stabil waren und die Symptome auf das prä-therapeutische Niveau anstiegen. Die Effekte der verhaltenstherapeutischen Behandlung waren demgegenüber stabiler und wurden im Langzeitverlauf nur von einer Kombinationstherapie aus Medikation und Psychotherapie übertroffen.

2.7.1 Medikamentöse Behandlung

Etwa 86 % aller ADHS-Kinder werden pharmakologisch behandelt (Barbaresi et al., 2002). Zur Pharmakotherapie bei ADHS werden in erster Linie Stimulanzien – in der Regel Methylphenidat (MPH, „Ritalin“) oder Dextroamphetamine eingesetzt. Eine große Anzahl an Studien, darunter auch eine Metaanalyse, bestätigt die Wirksamkeit von MPH bei ADHS (Schachter, Pham, King, Langford, & Moher, 2001). Gleichzeitig sprechen jedoch etwa 30 % der Kinder nicht auf eine medikamentöse Therapie an und Nebenwirkungen wie Schlafstörungen, Kopf- und Bauchschmerzen, Appetitmangel und auch Kleinwüchsigkeit, die allerdings mit Absetzen der Medikation reversibel ist, werden regelmäßig berichtet (Graham et al., 2011; Monastra, Monastra, & George, 2002). Zusätzlich zu den oben angegebenen Gründen, die für eine Kombination von medikamentöser- und psychotherapeutischer Behandlung sprechen, sind nicht-pharmakologische Behandlungsalternativen

insbesondere für diejenigen Familien wichtig, die einer medikamentösen Behandlungen ablehnend gegenüber stehen.

2.7.2 Psychotherapeutische Behandlung

Im Rahmen der verhaltenstherapeutischen Behandlung von ADHS im Kindesalter gehören kindzentrierte Trainings zur Steigerung von Selbstregulation, Handlungssteuerung, Planverhalten, Organisation und Selbstreflektion (Döpfner, Schürmann, & Frölich, 1998; Lauth & Schlottke, 2009) zu den etablierten Verfahren. Die Wirksamkeit verhaltenstherapeutischer Interventionen ist meta-analytisch bestätigt worden (Fabiano et al., 2009a; Hodgson, Hutchinson, & Denson, 2012). Besonders der Einbezug von Eltern hat sich als ein bedeutsamer Bestandteil der Therapie von Kindern erwiesen (Fabiano et al., 2009b). Eltern- und Lehrertrainings stellen einen wichtigen psychotherapeutischen Baustein in der Behandlung von ADHS dar und vermitteln in erster Linie spezifische Techniken (z.B. Verstärkerpläne, Auszeit), welche darauf abzielen, positives Verhalten des Kindes zu fördern und unerwünschtes, störendes Verhalten zu reduzieren. Ein weiteres Ziel ist es, die Qualität der Eltern-Kind Beziehung zu steigern (Barkley, 2005; Markie-Dadds, Turner, & Sanders, 1999; Phelan, 2005). Auch für neue Behandlungsansätze wie die Methode des Neurofeedback-Trainings liegen mittlerweile vielversprechende Ergebnisse mehrerer Studien (Brown et al., 2005; Fox, Tharp, & Fox, 2005; Gevensleben et al., 2009; Heinrich, Gevensleben, & Strehl, 2007; Leins et al., 2007; Monastra, 2005a; Monastra et al., 2005b; Vernon, Frick, & Gruzelier, 2004) sowie zweier Metaanalysen vor (Arns, de Ridder, Strehl, Breteler, & Coenen, 2009; Lofthouse, Arnold, Hersch, Hurt, & DeBeus, 2012a). In einer aktuellen Therapiestudie am Fachbereich Psychologie der Philipps Universität Marburg untersuchen wir derzeit die Verwendbarkeit von Neurofeedback in einem ambulanten Versorgungssetting und vergleichen die Effektivität mit dem klassisch verhaltenstherapeutischen Manual des Selbstmanagementtrainings nach Lauth und Schlottke (Details zur Studie: Christiansen, Reh, Schmidt, & Rief, submitted).

3 Zielsetzungen der Dissertation

3.1.1 Zielsetzungen Studie 1

Bei der Erfassung psychopathologischer Symptome anhand von Fragebogenverfahren in unterschiedlichen Ländern stellt die kulturelle Variation ein Problem dar. Trotz gründlicher Übersetzungen können kulturelle Unterschiede die Reliabilität und Validität von Ratingskalen beeinflussen. In einer Zeit, in der immer häufiger Multi-Center Studien zu ADHS durchgeführt werden, ist die Frage nach international verwendbaren Fragebogenverfahren besonders relevant. Artikel 1 beschäftigt sich deshalb mit der Frage, ob kulturelle Variation einen Einfluss auf die Erfassung von ADHS-Symptomen mit den Conners^{3ed} Fragebögen hat. In diesem Zusammenhang sollte untersucht werden, ob die Conners^{3ed} Fragebögen auch zur ADHS Diagnostik bei in Deutschland lebenden Kindern mit türkischem Migrationshintergrund geeignet sind. Dazu sollte zum einen die Übereinstimmung der Faktorstruktur mit der im amerikanischen Original berichteten Struktur überprüft, und zum anderen der Einfluss von Akkulturation auf die Beurteilung untersucht werden. Weiterhin sollten Validitätsanalysen Informationen zur Übereinstimmung von Eltern-, Lehrer- und Selbsturteil der Kinder liefern.

Zusammenfassung der Fragestellungen aus Studie 1

- *Eignen sich die Conners^{3ed} Fragebögen zur Erfassung von ADHS und komorbiden Störungen bei in Deutschland lebenden Kindern mit türkischem Migrationshintergrund?*
 - *Entspricht die Faktorstruktur in einer Stichprobe von Kindern mit türkischem Migrationshintergrund der Faktorstruktur die im amerikanischen Original gefunden wurde?*
 - *Welchen Einfluss hat das Ausmaß der elterlichen Akkulturation auf die Beurteilung von ADHS-Symptomen bei Kindern mit türkischem Migrationshintergrund?*
- *Wie gut stimmt die Beurteilung von ADHS-Symptomen unterschiedlicher Informationsquellen (Selbst-, Eltern- und Lehrerurteil) überein?*

3.1.2 Zielsetzungen Studie 2

Die Diagnostik von ADHS sollte auf der Integration einer Vielzahl von Informationen aus unterschiedlichen Quellen (z.B. Fragebögen und strukturierte klinische Interviews) basieren. Dabei fehlt es bislang weitgehend an objektiven Maßen zur Erfassung der ADHS Kernsymptome. Wie oben beschrieben, erzielen üblicherweise verwendete neuropsychologische Tests keine ausreichende Spezifität, um zwischen ADHS und anderen klinischen Gruppen zu unterscheiden. Die Kombination von CPT Maßen und Bewegungsmessung könnte ein Weg sein, die Validität neuropsychologischer

Tests zu erhöhen, da Hyperaktivität ein Kernsymptom bei einer großen Anzahl von ADHS-Kindern ist und in neuropsychologischen Tests bislang vernachlässigt wurde. Trotz dieser möglichen Vorteile des QbTests wurde bislang weder die Faktorstruktur (i.S. „Erfasst der Test die drei Kernsymptome?“) noch die konvergente Validität (i.S. „Korrelieren die Ergebnisse des QbTests mit Fragebogenmaßen die ein inhaltlich ähnliches Konstrukt erfassen?“) oder die divergente Validität (i.S. „Korrelieren die QbTest Ergebnisse niedrig mit Indikatoren die ein inhaltlich unterschiedliches Konstrukt erfassen?“) untersucht. Da die faktorielle Validität des Tests bislang nicht untersucht worden ist, ist unklar, wie die einzelnen QbTest Variablen (insgesamt 17) zueinander in Verbindung stehen und ob sie tatsächlich ADHS-Symptome bei Kindern widerspiegeln. Eine große Anzahl an Maßen zu erfassen und zu berichten ist problematisch, da u.a. das Risiko für einen Fehler erster Art („falsch positiv“) steigt. Korrekturverfahren (z.B. Bonferoni Korrektur) einzusetzen wäre wiederum problematisch, da es die Wahrscheinlichkeit für einen Fehler zweiter Art erhöhen würde („falsch negativ“). Die Verwendung von Faktorwerten, welche zusammengesetzt sind aus Variablen die vermutlich dasselbe latente Konstrukt messen, wäre eine Möglichkeit, mit diesem methodischen Problem umzugehen. Weiterhin ist es in der klinischen Praxis praktikabler, einige wenige, zentrale Maße zu interpretieren als 10 oder mehr Variablen eines einzigen Tests. Das gilt insbesondere für den Bereich ADHS, für den die diagnostischen Leitlinien ein eklektisches Vorgehen und damit den Einsatz mehrerer diagnostischer Verfahren empfehlen. Studie 2 untersuchte deshalb zum einen die Faktorstruktur des QbTest und die Übereinstimmung der Faktoren mit den ADHS Kernsymptome sowie deren konvergente und divergente Validität.

Zusammenfassung der Fragestellungen aus Studie 2

- *Eignet sich der QbTest zur objektiven Erfassung der ADHS Kernsymptome?*
 - *Wie können die 17 Einzelvariablen des QbTests auf Faktorebene zusammengefasst werden?*
 - *Stimmen die Faktoren inhaltlich mit den Kernsymptomen der ADHS überein?*
- *Wie gut stimmen unterschiedliche Methoden (Fragebögen, neuropsychologische Tests) zur Erfassung von ADHS Kernsymptomen überein?*
- *Wie hoch ist die Reliabilität und Validität der QbTest-Faktoren?*
 - *Wie inhaltlich homogen sind die Faktoren (interne Konsistenz)?*
 - *Zeigen sich hohe Übereinstimmungen zu ähnlichen Konstrukten (konvergente Validität)?*
 - *Zeigen sich keine/niedrige Übereinstimmungen zu unterschiedlichen Konstrukten (divergente Validität)?*

3.1.3 Zielsetzungen Studie 3

Neuropsychologische Maße wie Reaktionszeitvariabilität und Fehlermaße sind als Risikomarker (i.S. intermediärer Phänotypen) für die ADHS-Symptome Aufmerksamkeits- und Inhibitionsdefizit vorgeschlagen worden. Bislang wurde motorische Aktivität (Hyperaktivität) nicht als möglicher intermediärer Phänotyp für ADHS betrachtet, obwohl das Ausmaß an motorischer Aktivität starken genetischen Einflüssen unterliegt und das einzige empirische dokumentierte Maß ist, welches die Unterscheidung zwischen ADHS und anderen klinischen Gruppen ermöglicht. Außerdem wurden Kandidaten für neuropsychologische Marker bisher ausschließlich auf Einzelvariablenebene und nicht auf Faktorebene untersucht, wenngleich die Verwendung von Faktorwerten (i.S. composite measures) in Reviews zur weiteren Forschung zu intermediären Phänotypen im Bereich ADHS vorgeschlagen wurde und sich beispielsweise in der Forschung zu neuropsychologischen intermediären Phänotypen für Schizophrenie als hilfreich erwiesen hat. Der dritte Artikel beschäftigt sich deshalb mit der Frage, ob objektiv erfasste motorische Unruhe ein Marker für ADHS sein könnte und untersucht darüber hinaus erstmals intermediäre Phänotypen auf Faktorebene.

Zusammenfassung der Fragestellungen aus Studie 3

- *Stellt objektiv erfasste Hyperaktivität einen möglichen intermediären Phänotyp für ADHS dar?*
- *Eignen sich die 3 QbTest-Faktoren als mögliche intermediäre Phänotypen für ADHS?*
 - *Unterscheiden sich ADHS-Kinder signifikant von gesunden Kontrollkindern?*
 - *Erzielen Geschwisterkinder im QbTest Leistungen, die intermediär zwischen der geringeren Leistung der ADHS-Kinder und der höheren Leistung der gesunden Kontrollkinder liegen?*

3.2 Methoden

In Studie 1 wurde zunächst eine konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA) für die Conners Selbst-, Eltern- und Lehrerfragebögen durchgeführt, um die Übereinstimmung der faktoriellen Struktur einer Stichprobe von in Deutschland lebenden Kindern mit türkischem Migrationshintergrund mit der im amerikanischen Conners Manual berichteten Faktorstruktur zu vergleichen. Die CFA basierte auf 44 Einzelitems, die sich zu vier Symptomskalen zusammensetzen sollten. Korrelationen zwischen den Faktoren wurden zugelassen und die Unweighted Least Square (ULS) Methode wurde verwendet, um den Modellfit zu schätzen, da dieses Verfahren die geringsten Voraussetzungen an Verteilung und Skalierungseigenschaften der Variablen stellt. Zur Beurteilung des Modellfits wurde eine Reihe von Indizes verwendet: Root Mean Square Residual (RMR), Goodness of Fit Index (GFI), Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI), Normed-Fit Index (NFI), Parsimony Normed-Fit Index (PNFI). Mit Hilfe des Multi-Trait-Multi-Method (MTMM) Ansatzes wurden Validitätsanalysen durchgeführt. Der MTMM Ansatz basiert auf der Annahme, dass Indikatoren des gleichen Konstrukts, mit

unterschiedlichen Methoden erhoben, hoch korrelieren sollten (Monotrait-Heteromethod Korrelation), was als Hinweis für konvergente Validität zu werten ist. Andererseits sollten unterschiedliche Konstrukte mit unterschiedlichen Methoden erhoben, niedrig korrelieren (Heterotrait-Heteromethod Korrelation) was wiederum als Hinweis für divergente Validität interpretiert werden kann. Die Korrelation identischer Skalen über die Rating-Modalitäten (Selbst, Eltern, und Lehrer) hinweg wurden als Indikator für konvergente Validität bestimmt, während die Korrelation unterschiedlicher Skalen über unterschiedliche Rating-Modalitäten als Maß für die divergente Validität bestimmt wurde. Die korrelativen Ergebnisse wurden in einer MTMM Matrix abgebildet und interpretiert. Abschließend wurde mit einer MANCOVA der Einfluss von Alter, Geschlecht und dem Akkulturationsgrad der Eltern auf die berichteten ADHS-Symptome untersucht.

In Studie 2 wurde anhand einer Reihe von explorativen Faktorenanalysen (EFA) zunächst die Faktorstruktur des QbTests untersucht. Wir verwendeten eine Hauptachsenanalyse mit obliquen Rotationen. In einem ersten Schritt wurden die Faktorladungen der Variablen berechnet. QbTest Variablen wurden in einem zweiten Schritt in die EFA eingeschlossen, wenn sie eine Faktorladung $> .30$ auf mindestens einem Faktor sowie konzeptuelle Übereinstimmung mit dem jeweiligen Faktor aufwiesen. Das Kriterium eines Eigenwerts größer 1, welches mit den Ergebnissen des Scree-Tests übereinstimmte, wurde verwendet, um die Anzahl der zu extrahierenden Faktoren zu bestimmen. Jeder Faktor musste außerdem eine saliente Ladung ($> .30$) von mehr als einer Variable erhalten. Cronbachs Alpha wurde als Maß der internen Konsistenz der Faktoren berechnet. Anschließend wurde anhand einer MANOVA der Einfluss von Alter und Geschlecht auf die berichteten Faktoren untersucht und Effektstärken nach Cohen für die Gruppenunterschiede angegeben. In einem zweiten Schritt wurde wiederum anhand des MTMM Ansatzes die konvergente und divergente Validität der QbTest-Faktoren überprüft. Die MTMM Matrix stellte die Korrelationen der QbTest-Faktoren zu einem weiteren neuropsychologischen Aufmerksamkeitstest für Kinder (KiTap; Zimmermann, Gondan, & Fimm, 2002), zu dem Conners Eltern- und Lehrerurteil sowie zu einem Hawik-IQ Gesamtwert dar.

In der dritten Studie wurden die QbTest Resultate von ADHS-Kindern, deren Geschwisterkindern und gesunden parallelisierten Kontrollkindern untersucht. Die zuvor etablierten QbTest-Faktoren (Reh et al., 2013) wurden verwendet, um Gruppenunterschiede in den drei QbTest-Faktoren (Hyperaktivität, Impulsivität und Unaufmerksamkeit) anhand einer MANOVA zu untersuchen. Mittels paarweiser Vergleiche (Scheffé Test) wurde der Effekt genauer bestimmt. Um die multivariaten Ergebnisse zu überprüfen, wurden non-parametrische Tests gerechnet (Kruskal-Wallis-Test für unabhängige Stichproben und pos-hoc Mann-Whitney U-Test). Mittels MANCOVA wurde der Einfluss von Alter und Geschlecht kontrolliert. Schließlich wurden Trend-Analysen über die drei Gruppen hinweg berechnet, um zu überprüfen, ob die Leistungen der Geschwisterkinder tatsächlich intermediär zwischen denen der ADHS-Kinder (höchste Beeinträchtigung) und denen der gesunden Kontrollgruppe (niedrigste Beeinträchtigung) lagen.

4 Zusammenfassung der Studien und ihrer Ergebnisse

4.1 Assessment of ADHD symptoms and the Issue of Cultural Variation: Are Conners^{3ed} Rating Scales Applicable to Children and Parents With Migration Background?

Schmidt, M., Reh, V., Hirsch, O., Rief, W., & Christiansen, H. (2013). Assessment of ADHD symptoms and the Issue of Cultural Variation: Are Conners^{3ed} Rating Scales Applicable to Children and Parents With Migration Background? *Journal of Attention Disorders*.

Theoretischer Hintergrund: Wie eingangs berichtet, liegt die allgemeine Prävalenz von ADHS bei Kindern in Deutschland bei 5.1 %, während sie in der Gruppe von Familien mit Migrationshintergrund mit 3.1 % signifikant niedriger ist (Schlack, Hölling, Kurth, & Huss, 2007). Dies könnte neben kulturellen Unterschieden wie einem abweichenden Hilfesuch-Verhalten, sowie einer höheren Toleranz von ADHS-Symptomen auch an einer Inkompatibilität der in Deutschland gängiger Weise verwendeten und an deutschen Stichproben evaluierten diagnostischen Verfahren liegen. Die Vernachlässigung des Einflusses kultureller Variation auf den diagnostischen Prozess könnte dazu führen, dass diagnostische Algorithmen und Cut-Offs für Menschen mit Migrationshintergrund ungeeignet sind (Canino & Alegría, 2008). Hierfür sprechen Befunde von Huss und Kollegen die zeigten, dass in Deutschland lebende Familien mit Migrationshintergrund, gleichzeitig weniger ADHS-Diagnosen berichten, jedoch mehr ADHS-Symptome (Huss, Hälling, Kurth, & Schlack, 2008). Ziel dieser Studie war es deshalb, zu untersuchen, inwiefern die Conners^{3ed} Fragebögen auch zur ADHS Diagnostik bei in Deutschland lebenden Kindern mit türkischem Migrationshintergrund eingesetzt werden können.

Methode: Dazu wurde in einem ersten Schritt die Faktorstruktur der Daten mit der im Original berichteten Struktur der Conners Fragebögen anhand einer konfirmatorischen Faktorenanalyse (CFA) abgeglichen. In einem zweiten Schritt sollte die konvergente und divergente Validität der unterschiedlichen Rating-Modalitäten (Selbst, Eltern, Lehrer) und zudem der Einfluss des Akkulturationsniveaus der Eltern auf die ADHS Symptomatik untersucht werden. Zuletzt wurden mögliche Unterschiede in der Beurteilung der Symptomschwere zwischen unterschiedlichen Beurteilern sowie der Einfluss von Alter und Geschlecht analysiert.

Conners^{3ed} Daten (Selbst-, Eltern- und Lehrerurteil) von 243 Kindern, im Alter von 6-16 Jahren (32.5 % Jungen) mit türkischem Migrationshintergrund wurden untersucht. Es wurde eine CFA – jeweils für Selbst- (n = 238), Eltern- (n = 194) und Lehrerurteil (n = 204) – gerechnet. Bei den CFAs wurden Korrelationen zwischen den Faktoren zugelassen, da die Faktoren in der amerikanischen Originalausgabe ebenfalls substantiell korreliert waren (Conners, 2008). Es wurden die folgenden vier Symptomskalen erwartet: Unaufmerksamkeit (INA), Hyperaktivität/Impulsivität (H/I), Oppositional Deviant Disorder (ODD) und Conduct Disorder (CD). Zur Schätzung des Modelfits wurde die

unweighted least squares (ULS) Methode verwendet und es wurden insgesamt fünf Fitindizes berichtet; wovon hier zwei exemplarisch vorgestellt werden sollen: Root mean square residual (RMR; Grenze für einen guten Modellfit $< .05$) und der Goodness of Fit Index (GFI; Grenze für guten Modellfit $< .95$). Im Anschluss an die CFAs wurden die Korrelationen der unterschiedlichen Rating-Modalitäten (Selbst, Eltern, Fremd) untereinander untersucht und in einer MTM-Matrix dargestellt. Das Akkulturationsniveau der teilnehmenden Familien wurde mittels des Acculturation Assessment Scale Index nach Haag (1990) ermittelt. Anschließend wurde eine Messwiederholungs-MANCOVA berechnet mit den Informationsquellen (Selbst, Eltern, Lehrer) als Faktoren innerhalb, Geschlecht als Zwischensubjektfaktor und Akkulturations-Level sowie Alter als Kovariaten.

Ergebnisse: Die CFAs zu Selbst- (Fit Indices: RMR = .036; GFI = .944), Eltern- (Fit Indices: RMR = .028; GFI = .963), und Lehrerurteil (Fit Indices: RMR = .033; GFI = .973) zeigten gute Übereinstimmung mit der in der amerikanischen Originalstichprobe berichteten Faktorstruktur. Die internen Konsistenzwerte der vier Skalen lagen im akzeptablen bis guten Bereich ($.72 > \alpha < .87$). Hinsichtlich der Befunde zur Konstruktvalidität zeigten sich hohe Monotrait-Heteromethod Korrelationen für den Bereich Unaufmerksamkeit ($.50 > r < .58$), mittlere bis hohe für den Bereich Hyperaktivität/Impulsivität ($.37 > r < .51$), mittlere Korrelationen für ODD ($.29 > r < .41$) und kleine bis mittlere für CD ($.25 > r < .31$). Bis auf eine Ausnahme korrelierten die ADHS Symptom-Skalen H/I und INA jeweils am höchsten mit ihrem inhaltlichen Pendant, z.B. korrelierte das H/I Selbsturteil höher mit dem H/I Eltern- und Lehrerurteil als mit einer anderen Skala, was als Hinweis auf eine gute konvergente Validität zu werten ist. Die Heterotrait- Monomethod Korrelationen waren hoch (bis zu $r = .78$), was jedoch auf Grund der hohen Faktorinterkorrelationen bei den CFAs zu erwarten war. Es zeigten sich weiterhin keine nennenswerten Korrelationen zwischen dem Akkulturations-Index und dem Selbst-, Eltern- oder Lehrerurteil. Darüber hinaus waren weder ein Mediations- noch ein Moderator-Effekt des elterlichen Akkulturationsniveaus erkennbar [Wilks's Lambda = .964, $F_{(145,000)} = 1.36$, $p = .249$, $\eta^2 = .036$]. Wenn für Alter korrigiert wurde, zeigten sich darüber hinaus keine signifikanten Unterschiede in der Beurteilung der Symptomausprägung zwischen den drei Beurteilungsmodalitäten.

Diskussion: Die Faktorstruktur in der von uns untersuchten Stichprobe von in Deutschland lebenden Kindern mit türkischem Migrationshintergrund zeigte durchgehend eine hohe Übereinstimmung mit der im amerikanischen Original vorgeschlagenen Faktorstruktur. Die Analyse der einzelnen Symptomskalen zeigte, dass a) aufgrund von hohen Korrelationen zwischen den Informationsquellen (Selbst-, Eltern-, Lehrerurteil) konvergente Validität für die Conners^{3ed} Fragebögen gegeben ist, und b) dass die unterschiedlichen Informationsquellen sich nicht maßgeblich in der Einschätzung der Symptomstärke unterscheiden. Weiterhin zeigten sich die Conners Skalen durch das Ausmaß an Akkulturation der Eltern unbeeinflusst. Insgesamt kann also davon ausgegangen werden, dass die Conners Skalen auch für in Deutschland lebende Kinder mit türkischem Migrationshintergrund zur ADHS Diagnostik eingesetzt werden können.

4.2 Behavioral Assessment of Core ADHD Symptoms using the QbTest

Reh V, Schmidt M, Lam L, Schimmelmann BG, Hebebrand J, Rief W, & Christiansen H (2013). Behavioral Assessment of Core ADHD Symptoms using the QbTest. *Journal of Attention Disorders*.

Theoretischer Hintergrund: Die Diagnostik von ADHS im Kindesalter basiert auf einer Vielzahl unterschiedlicher Methoden (u.a. Fragebögen, klinische Interviews, Verhaltensbeobachtung) und Informationsquellen (u.a. Eltern-, Lehrer-, Selbsturteil), welche jedoch häufig ein beträchtliches Maß an Subjektivität der Einschätzung zulassen und für die eine Reihe von Verzerrungen (Edwards et al., 2007) sowie der Einfluss von Geschlecht, Ethnie und sozioökonomischem Status (Bussing et al., 2008) nachgewiesen wurden. Der Bedarf für objektive, gut evaluierte Verfahren ist groß. Insbesondere computerbasierte neuropsychologische Tests (z.B. CPTs) sind in den letzten Jahren als wichtige Ergänzung zur Diagnostik von ADHS untersucht worden. Hyperaktivität – eines der Kernsymptome von ADHS – wurde dabei bislang vernachlässigt. Der QbTest ist der erste neuropsychologische Test, der durch die Kombination eines CPT Paradigmas mit einer MTS-basierten objektiven Erfassung der motorischen Unruhe alle drei Kernsymptome von ADHS erfasst. Der Test liefert 17 verschiedene Einzelvariablen. Unklar ist bislang, wie diese miteinander in Verbindung stehen und wie gut die erfassten Maße mit anderen Maßen zu ADHS übereinstimmen. Ziel der Studie war es deshalb zum einen, die Faktorstruktur des QbTest zu bestimmen. Zum anderen sollte die konvergente und divergente Validität, also die Übereinstimmung der Faktoren mit Fragebogenmaßen der ADHS Kernsymptome sowie zu einem anderen neuropsychologischen Aufmerksamkeitstests exploriert werden.

Methode: Zunächst wurden explorative Faktorenanalysen mit QbTest Daten von 828 ADHS-Kindern im Alter von 6-11 Jahren (Mittleres Alter: 8.5 Jahre; 71 % Jungen) durchgeführt. Anschließend wurde eine MANOVA zum Einfluss von Alter und Geschlecht auf die Faktorwerte berechnet. In einer zweiten Stichprobe bestehend aus 102 ADHS-Kinder im Alter von 6–12 Jahren (Mittleres Alter: 9 Jahre; 78 % Jungen) wurden Validitätsanalysen anhand des MTMM Ansatzes durchgeführt. Dabei wurde die konvergente und divergente Validität anhand der Korrelationen zu Conners Eltern- und Lehrerfragebögen (Conners, 2008) sowie zur KiTap (Zimmermann, Gondan, & Fimm, 2002) und zum Gesamt WISC-IV IQ (Petermann & Wechsler, 2011; Sattler, 1992) berechnet.

Ergebnisse: Die explorative Hauptachsenanalyse mit obliquen Rotation ergab laut Eigenwert Kriterium (Eigenwerte: Faktor 1 = 5.40; Faktor 2 = 1.59; Faktor 3 = 1.33) und Scree Test ein dreifaktorielles Modell. Die resultierenden drei Faktoren klärten zusammen 76 % der Gesamtvarianz in den Daten auf. Der erste Faktor, bestehend aus fünf Einzelvariablen (Zeit-aktiv, Distanz, Fläche, Mikrobewegungen, Bewegungssimplizität), die konzeptuell mit motorischer Aktivität zusammen hingen (Teicher, Ito, Glod, & Barber, 1996),klärte 49.13 % der Gesamtvarianz auf. Faktor zwei

bestand aus drei Einzelvariablen (Auslassfehler, RT, RT Varianz), welche sich konzeptuell dem Bereich Unaufmerksamkeit zuordnen lassen (Nichols & Waschbusch, 2004; Uebel et al., 2010) und zusammen 14.43 % der Varianz erklärten. Faktor drei schließlich klärte 12.11 % der Varianz auf und bestand aus drei Einzelvariablen (Impulsfehler, Mehrfachantworten, Zufall), die eng mit dem Konzept der behavioralen Impulsivität in Verbindung stehen (Slaats-Willemse, Swaab-Barneveld, de Sonnevile, van der Meulen, & Buitelaar, 2003). Die drei Faktoren, die jeweils angemessene interne Konsistenzwerte aufwiesen, wurden aus diesem Grund nach den drei Kernsymptomen von ADHS benannt: Hyperaktivität ($\alpha = .95$), Unaufmerksamkeit ($\alpha = .76$), und Impulsivität ($\alpha = .60$). Die MANOVA ergab für die drei Faktoren einen signifikanten Haupteffekt für Geschlecht [Wilks Lambda = .95; $F(5,814) = 14.45$; $p = .001$; partielles $\eta^2 = .51$] und Alter [Wilks Lambda = .63; $F(15,2248) = 26.93$; $p = .001$; partielles $\eta^2 = .14$]. Die MTMM Analysen ergaben eine signifikante Korrelation zwischen dem QbTest Faktor Hyperaktivität und dem Lehrerurteil für hyperaktives Verhalten im Conners Fragebogen ($r = .27^{**}$; $p < .01$), weiterhin eine negative Korrelation zwischen dem QbTest Faktor Impulsivität und der RT in der KiTAP ($r = -.42^*$; $p < .05$) sowie zwischen dem Faktor Unaufmerksamkeit und dem IQ-Wert ($r = -.27^*$, $p < .05$) was wir als Hinweise auf die konvergente Validität dieser Faktoren gewertet haben. Allerdings gab es keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Qb- Faktoren und dem Conners Elternurteil zu hyperaktivem, unaufmerksamen oder impulsivem Verhalten. Die Ergebnisse zur divergenten Validität bestätigten, dass die Faktoren Hyperaktivität und Impulsivität wie erwartet nicht mit IQ korrelieren und alle drei Faktoren keinen signifikanten Zusammenhang zur Skala „Beziehung zu Gleichaltrigen“ im Conners Eltern- und Lehrerfragebogen aufwiesen ($-.02 > r < -.12$).

Diskussion: Das dreifaktorielle Modell erklärte mit 76 % einen großen Anteil der Varianz in den Daten auf und stimmte konzeptuell gut mit bisherigen Studien zu motorischer Unruhe (Halperin, Matier, Bedi, Sharma, & Newcorn, 1992; Teicher, Ito, Glod, & Barber, 1996), Unaufmerksamkeit (Nichols & Waschbusch, 2004), und impulsivem Verhalten (Egeland & Kovalik-Gran, 2010a, 2010b; McGee, Clark, & Symons, 2000; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005) überein. Die Ergebnisse zur konvergenten Validität waren jedoch gemischt. Obwohl der Hyperaktivitätsfaktor signifikante Korrelation zum Lehrerurteil hyperaktiven Verhaltens aufwies, zeigten die anderen beiden Faktoren weniger Übereinstimmung mit Fragebogenwerten sowie zu einem anderen neuropsychologischen Aufmerksamkeitstest (KiTAP). Da andere CPTs nicht separat die motorische Aktivität des Probanden erfassen, sind die berichteten drei Faktoren und erste Hinweise auf deren Konstruktvalidität dennoch als Vorteil des QbTests gegenüber anderen neuropsychologischen Verfahren in diesem Bereich zu werten.

4.3 Preliminary Evidence for altered motion tracking based Hyperactivity in ADHD siblings

Reh, V., Schmidt, M., Rief, W., & Christiansen, H. (submitted). Preliminary Evidence for altered motion tracking based Hyperactivity in ADHD siblings. *Behavioral and Brain Functions*.

Theoretischer Hintergrund: Hyperaktivität ist ein Kernsymptom bei Kindern mit ADHS, welches erblich bedingt ist (Wood, Saudino, Rogers, Asherson, & Kuntsi, 2007) und das einzige empirisch untersuchte ADHS-Symptom darstellt, welches es ermöglicht, zwischen ADHS-Kindern und anderen klinischen Gruppen zu unterscheiden (Halperin et al 2008). Dennoch wurde motorische Unruhe bislang nicht als potentieller intermediärer Phänotyp für ADHS untersucht. Im Rahmen des dritten Artikels wurden deshalb die im vorangegangenen Artikel definierten Faktorwerte des QbTest – Hyperaktivität, Impulsivität und Unaufmerksamkeit – hinsichtlich ihrer Eignung als Risikomarker (i.S.v. intermediärer Phänotypen) untersucht. Zum einen sollte der Frage nachgegangen werden, ob objektiv gemessene Hyperaktivität einen möglichen Marker für ADHS darstellt. Zum anderen sollten Indikatoren für behaviorale Impulsivität und Indikatoren für Unaufmerksamkeit wie beispielsweise die Reaktionszeitvarianz (s. Abschnitt 2.5) erstmals auf Faktorebene anstatt wie bisher auf Einzelvariablenebene hinsichtlich ihres Potentials als intermediäre Phänotypen untersucht werden.

Methode: Insgesamt wurde eine Stichprobe von 112 Kindern im Alter von 7-16 Jahren (MW: 9.8 Jahre, 60.7 % Jungen) untersucht. Die Stichprobe bestand aus 45 ADHS-Kindern, 22 Geschwisterkinder und 45 gesunden Kontrollkindern ohne familiäre Vorgeschichte mit ADHS oder anderen psychischen oder psychiatrischen Erkrankungen. Alle Kinder mussten bei Einschluss in die Studie zwischen 7 und 16 Jahren alt sein. Ausschlusskriterien waren Autismus, IQ unter 80 sowie neuronale oder genetische Erkrankungen, die ADHS-Symptome imitieren können.

Für die Kinder der ADHS-Gruppe wurde das Kiddie-SADS (Delmo, Weiffenbach, Gabriel, Stadler, & Poustka, 2001), ein semistrukturiertes, standardisiertes klinisches Interview durchgeführt. Neben den Conners Eltern- und Lehrerfragebögen, kamen auch ein biographischer Fragebogen der u.a. die kindliche Entwicklung und die familiäre Vorgeschichte psychologisch oder psychiatrischer Erkrankungen erfasste sowie der QbTest zum Einsatz. Die QbTest Faktorwerte wurden als Summenwert aus den alters- und geschlechtsnormierten Q-Werten (wie z-Werte) der Einzelvariablen berechnet (vgl. Studie 2). MANOVAs mit post-hoc Scheffé-Test und Trend-Analysen wurden berechnet, um Gruppenunterschiede in den drei QbTest-Faktoren zu untersuchen. Um die multivariaten Ergebnisse trotz relativ kleiner Gruppengrößen abzusichern, wurden zusätzlich als non-parametrische Verfahren, der Kruskal-Wallis-Test und der post-hoc Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Weiterhin wurden Alter und Geschlecht als Kovariaten in die Analysen aufgenommen, um Gruppenunterschiede hinsichtlich dieser beiden Merkmale zu kontrollieren.

Ergebnisse: Es zeigten sich für alle drei mittels QbTest erhobenen Kernsymptome signifikante Gruppenunterschiede (Unaufmerksamkeit: $F_{(2/109)} = 15.47$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .221$; Impulsivität: $F_{(2/109)} = 14.57$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .211$; Hyperaktivität: $F_{(2/109)} = 9.94$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .154$). Diese Ergebnisse wurden auch durch die non-parametrischen Analysen bestätigt (Unaufmerksamkeit: $\chi^2_{(2)} = 24.4$, $p < .01$; Impulsivität: $\chi^2_{(2)} = 22.7$, $p < .01$; Hyperaktivität: $\chi^2_{(2)} = 16.5$, $p < .01$). Die Werte von Geschwisterkindern lagen dabei stets intermediär zwischen den Werten der ADHS-Kinder (hohe Ausprägungen) und den Werten der Kontrollkinder (niedrige Ausprägungen).

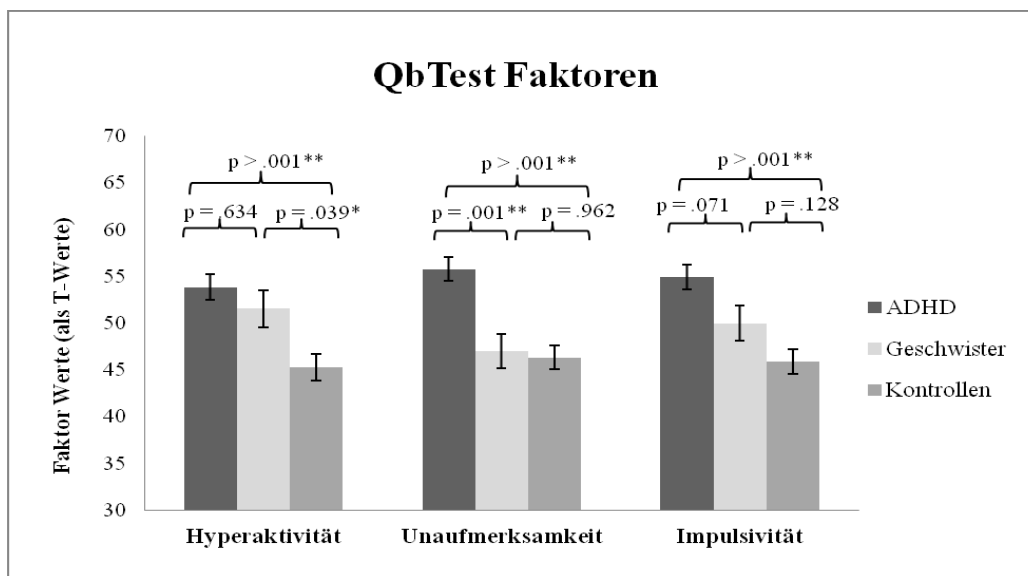


Abbildung 3. MANOVA Ergebnisse der drei QbTest-Faktoren.

Die ADHS Gruppe war signifikant unaufmerksamer, impulsiver und motorisch unruhiger während der Durchführung des QbTests als die Kinder der Kontrollgruppe. Die Unterschiede zwischen Geschwisterkindern und der Kontrollgruppe wurden jedoch lediglich für den Faktor Hyperaktivität signifikant (s. Abb. 3). Im Bereich Unaufmerksamkeit zeigten die Geschwisterkinder Werte ähnlich denen der Kontrollgruppe was auch durch einen signifikanten quadratischen Term bei den Trendanalysen bestätigt wurde. Für den Faktor Impulsivität bestätigten die Trendanalysen den linearen Trend über die drei Gruppen hinweg, ohne einen signifikanten quadratischen Trend. Das heißt, die Geschwisterkinder lagen hinsichtlich der behavioralen Impulsivitätswerte zwischen ihren Geschwistern mit ADHS (hohe Impulsivitätswerte) und den gesunden Kontrollkindern (niedrige Impulsivitätswerte), jedoch ohne sich signifikant von der Kontrollstichprobe zu unterscheiden.

Diskussion: Alle drei QbTest-Faktoren, die in dieser Studie erstmals als intermediäre Phänotypen für ADHS untersucht wurden, zeigten die höchsten Ausprägungen bei ADHS-Kindern, gefolgt von deren Geschwistern und den Kindern der Kontrollgruppe mit den niedrigsten Werten. Der Unterschied zwischen Geschwister- und Kontrollkindern wurde allerdings nur für den Faktor Hyperaktivität signifikant, was darauf hindeutet, dass insbesondere motorische Unruhe wie im QbTest erfasst, einen möglichen neuen Marker darstellen könnte.

5 Abschließende Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation liefern Hinweise, die zur Verbesserung der Diagnostik von ADHS im Kindesalter beitragen können. Die im Rahmen der **ersten Studie** untersuchten Conners^{3ed} Skalen zeigten sich insgesamt unbeeinflusst vom Akkulturationsniveau der Eltern und die Faktorstruktur stimmte mit der im amerikanischen Original berichteten überein. Auch für eine deutsche Normstichprobe konnte die Übereinstimmung der Faktorstruktur mit der im amerikanischen Original berichteten Struktur bestätigt werden (Hasson & Fine, 2012; Lidzba, Christiansen, & Drechsler, 2013). Im Gegensatz dazu hatte die deutsche Übersetzung der Conners Rating Scales (CRS), der Vorgängerversion der Conners^{3ed} Skalen, deutliche Unterschiede zu der amerikanischen Faktorstruktur aufgewiesen, insbesondere für die Bereiche Hyperaktivität und Impulsivität im Elternurteil und für den Bereich oppositionelles Verhalten im Lehrerurteil (Huss, Iseler, & Lehmkuhl, 2001; Huss et al., 2002). Zusammengenommen sprechen die Ergebnisse der ersten Studie dafür, dass die Conners^{3ed} Skalen auch für in Deutschland lebende Kinder mit türkischem Migrationshintergrund zur ADHS Diagnostik eingesetzt werden können.

Die Ergebnisse der **zweiten Studie** geben Hinweis auf die Verwendbarkeit des QbTests zur separaten und objektiven Erfassung der drei Kernsymptome von ADHS. Die drei QbTest-Faktoren, welche einen Großteil der Varianz in den Daten aufklärten, zeigten eine gute inhaltliche Übereinstimmung mit den Kernsymptomen der ADHS und zufriedenstellende psychometrische Eigenschaften. Die Reliabilitätswerte (Interne Konsistenz) des Hyperaktivitäts- und Unaufmerksamkeitsfaktors waren gut und für den Faktor Impulsivität im akzeptablen Bereich. Ein Hinweis auf gute divergente Validität der QbTest-Faktoren zeigte die erwartete, fehlende Übereinstimmung mit dem Conners Eltern- oder Lehrerurteil zu „Problemen mit Gleichaltrigen“. Außerdem zeigten sich Hinweise auf die konvergente Validität aller drei Faktoren. So korrelierte beispielsweise der QbTest Faktor für motorische Aktivität mit dem Conners Lehrerurteil zu hyperaktivem Verhalten. Gleichzeitig waren jedoch keine bedeutsamen Übereinstimmungen der drei QbTest-Faktoren mit dem Conners Elternurteil zu erkennen. Die Tatsache, dass der Faktor Hyperaktivität als einziger bedeutsam mit dem Fragebogenmaß zusammenhing und mit etwa 49 % auch den größten Anteil an Varianz aufklärte, könnte darauf hindeuten, dass sich der QbTest insbesondere zur Diagnostik von ADHS-Kindern des rein hyperaktiv/impulsiven sowie des kombiniert unaufmerksam-hyperaktiv/impulsiven Subtyps eignet und weniger sensitiv für Kinder des rein unaufmerksamen ADHS Subtyps ist. Dies müsste jedoch in nachfolgenden Untersuchungen weiter betrachtet werden.

Geringe Übereinstimmungen zwischen Fragebogenmaßen und computerbasierten, neuropsychologischen Tests zur Erfassung von ADHS-Symptomen sind in der Tat häufig berichtet worden (DuPaul, 1991; Edwards et al., 2007; Nichols & Waschbusch, 2004). Was einerseits ein Hinweis auf eine fehlende ökologische Validität von Labormaßen zur Erfassung von ADHS-Symptomen sein könnte (Barkley, 1991), könnte andererseits belegen, dass diese unterschiedlichen

Methoden schlichtweg unterschiedliche potentiell relevante Aspekte des pathologischen Verhaltens erfassen (Edwards et al., 2007). Während Fragebögen den Eindruck ermitteln, der über einen längeren Zeitraum und in einer Vielzahl von Alltagssituationen (z.B. zu Hause oder in der Schule) entstanden ist, messen und berichten neuropsychologische Testverfahren Verhalten in einem spezifischen Moment in einem Laborsetting. Demnach wäre jedoch davon auszugehen, dass dieselben Methoden (z.B. zwei CPTs) eine hohe Übereinstimmung zeigen sollten. Von den drei QbTest-Faktoren zeigte hingegen nur der Faktor Impulsivität einen signifikanten Zusammenhang mit Ergebnissen der KiTAP. Eine bisher unveröffentlichte Diplomarbeit (Henkel & Pasckert, 2012), welche die Klassifikationsraten von KiTAP und QbTest verglich, kam zu dem Ergebnis, dass der QbTest mit 66 % korrekt klassifizierte ADHS-Kindern besser abschnitt als die KiTAP mit nur 61 %. Letztlich kann a) die separat Erfassung der motorischen Aktivität des Probanden während der Bearbeitung des CPTs, b) die berichteten drei Faktoren und c) erste Hinweise auf deren Validität also dennoch als Vorteil des QbTests gegenüber anderen neuropsychologischen Verfahren in diesem Bereich gewertet werden.

Die Etablierung von intermediären Phänotypen im Bereich ADHS ist hoch relevant, da diese Marker die Heterogenität auf Symptomebene reduzieren und somit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Diagnostik und Klassifizierung sowie für die Erforschung bezgl. der Mechanismen von ADHS liefern könnten. Die Ergebnisse der **dritten Studie** zeigten, wie angenommen worden war, die höchsten Beeinträchtigungen bei ADHS-Kindern, während deren Geschwisterkinder mittlere und Kontrollprobanden die niedrigsten Beeinträchtigungen aufwiesen. Die Unterschiede zwischen den Geschwisterkindern und den Kindern der Kontrollgruppe wurden allerdings nur für den Bereich Hyperaktivität signifikant, nicht für die Bereiche Unaufmerksamkeit und Impulsivität. Letzteres entsprach nicht unseren Erwartungen, da Einzelvariablen wie Reaktionszeitvariabilität (die in den Faktor Unaufmerksamkeit einging), ebenso wie für die Variable Impulsfehler, (die in den Faktor Impulsivität einging), wiederholt als intermediäre Phänotypen für ADHS vorgeschlagen worden sind (Slaats-Willemse, Swaab-Barneveld, de Sonnevile, van der Meulen, & Buitelaar, 2003; Uebel et al., 2010). Da Studien den Einfluss motivationaler Faktoren auf die neuropsychologische Leistung von ADHS-Kindern nachgewiesen haben (Andreou et al., 2007), könnte die Tatsache, dass motivationale Aspekte in unserer Studie nicht berücksichtigt wurden, einen Grund für die abweichenden Ergebnisse darstellen. Möglicherweise war auch die Teststärke zu gering, um Effekte auf allen drei Faktoren abbilden zu können. Eine andere Erklärung könnten die unterschiedlichen Reliabilitätswerte (Interne Konsistenz) der drei Faktoren darstellen. Während der Hyperaktivitätsfaktor hoch reliabel (d.h. inhaltlich homogen) war, zeigten der Unaufmerksamkeitsfaktor und besonders der Impulsivitätsfaktor etwas geringere Reliabilitätswerte. Im zweiten Artikel wurden außerdem deutlich niedrigere Korrelationen von Conners Eltern- und Lehrerurteil hinsichtlich der Skala Hyperaktivität/Impulsivität ($r = .3$) als hinsichtlich der Skala Unaufmerksamkeit ($r = .5$) berichtet. Zusammengenommen werfen die hohe Reliabilität des Hyperaktivitätsfaktors bei gleichzeitig reduzierter konvergenter Validität der mittels Fragebogen erfassten Hyperaktivität die Frage auf, ob der QbTest insbesondere für die

Erfassung der motorischen Unruhe eine wertvolle diagnostische Alternative darstellen könnte. Neben der Reduktion des Geschlechts-Bias, welcher für CPT Maße gut belegt ist (Hasson & Fine, 2012), könnte die separate und reliable Erfassung der motorischen Unruhe zu den wichtigsten Vorteilen des QbTests gegenüber anderen Verfahren (z.B. KiTap) und Methoden (z.B. Conners^{3ed}) zählen.

5.1 Vorzüge der Arbeit

Die gute faktorielle Validität der Conners^{3ed} Skalen ist nicht nur für die klinische Praxis in Deutschland relevant, sondern auch insgesamt für Forschung im Bereich ADHS. In Anbetracht der immer häufiger durchgeführten internationalen Multi-Center Studien, bei denen valide, reliable Messverfahren mit kulturunabhängiger Faktorstruktur eine zentrale Bedeutung haben, liefern die Ergebnisse von Studie 1 erste wichtige Hinweise. Forschung zu objektiven Maßen zur Erfassung von ADHS ist von großer Relevanz, um zum einen die Diagnostik zu verbessern und Überdiagnosen zu vermeiden (falsch positiv, das heißt, das Risiko ADHS zu diagnostizieren, obwohl das Kind gesund ist). Gleichzeitig gilt es zum anderen, Betroffene nicht zu übersehen (falsch negativ, das heißt, das Risiko ein Kind zu übersehen, welches in der Tat ADHS hat und von einer adäquaten Behandlung profitieren könnte), sondern möglichst frühzeitig zu identifizieren und unterstützen zu können. Wenngleich der QbTest bereits in mehreren Ländern als diagnostisches Instrument sowie zur Dosierung von Medikamenten eingesetzt wird, präsentiert der zweite Artikel erstmals Ergebnisse zur Faktorstruktur und zur Psychometrie des Tests. Faktorwerte wie sie in Studie 2 präsentiert werden, können nicht nur einen Beitrag zur Begrenzung des Fehlers 1. Art („Falsch positiv“) leisten, sondern sie sind auch für die klinischen Praxis praktikabler als eine große Anzahl von Einzelvariablen. Die Ergebnisse des dritten Artikels geben erste Hinweise auf die Verwendbarkeit der QbTest-Faktoren in Studien zu Risikomarkern von ADHS, wobei insbesondere die Relevanz von motorischer Aktivität erstmals untersucht wurde und vielversprechende Hinweise liefert. Beide faktorenanalytischen Untersuchungen – zum QbTest sowie zu den Conners Skalen – verwendeten zudem sehr große Stichproben (jeweils mehrere hundert Kinder), was ebenfalls als Stärke der Arbeit zu werten ist. Außerdem wurde in Studie zwei und drei eine bestehende Medikation bei den ADHS-Kindern 48 Stunden vor der neuropsychologischen Testung abgesetzt, um eine Beeinflussung der Ergebnisse auszuschließen.

5.2 Einschränkungen der Arbeit

Die Stichproben aller drei Studien enthielten mehr Jungen als Mädchen und waren somit nicht geschlechtshomogen. Zudem unterschieden sich die Gruppen (ADHS, Geschwisterkinder, Kontrollprobanden) in Studie 3 bedeutsam hinsichtlich Alter und Geschlecht. Der Einfluss dieser Variablen wurde jedoch in den Analysen aller drei Studien berücksichtigt und der höhere Anteil an Jungen entspricht der Geschlechtsverteilung die üblicherweise in ADHS Stichproben berichtet wird (s. 2.2 Prävalenz). Des Weiteren wurde zwar bei ADHS-Kindern eine aktuell bestehende Medikation in

den beiden Studien zum QbTest 48 Stunden vor einer Testung abgesetzt, vorherige Medikation oder andere Interventionen wurden jedoch nicht in den Berechnungen berücksichtigt. Folgestudien sollten zusätzlich zur aktuellen Medikation den potentiellen Einfluss von vorhergegangener Medikation kontrollieren.

Zu den Einschränkungen der **ersten Studie** gehört das Fehlen einer Kontrollstichprobe bestehend aus in Deutschland lebenden Kindern ohne Migrationshintergrund. Der Vergleich von Eltern mit und ohne Migrationshintergrund hätte möglicherweise zusätzliche Informationen zur Vergleichbarkeit der faktoriellen Struktur und dem Einfluss von kultureller Variation geliefert. Lehrer können zwar als unabhängig vom Migrationshintergrund der Eltern betrachtet werden, müssen jedoch aufgrund von wiederholt berichteten mittleren bis niedrigen Korrelationen zwischen Eltern- und Lehrerurteil (Efstratopoulou, Janssen, & Simons, 2012; Lavigne, Dulcan, LeBailly, & Binns, 2012; Salbach-Andrae, Lenz, & Lehmkuhl, 2009; Sims & Lonigan, 2012) als nur mäßig adäquate Kontrollgruppe betrachtet werden. Weitere Studien zu kulturspezifischen Aspekten der Conners^{3ed} Skalen sollten deshalb als Vergleichsgruppe auch Eltern und Kinder ohne Migrationshintergrund untersuchen. Zu den Einschränkungen der **zweiten Studie** zählt darüber hinaus, dass es sich bei der faktorenanalytisch untersuchten Stichprobe um eine Gelegenheitsstichprobe aus Kindern handelte, die zur ADHS Abklärung an eine niedergelassene Kinder- und Jugendpsychiatrische Praxis überwiesen worden waren. Somit lag zum einen eine große Variation im Schweregrad der Störung vor und zum anderen fehlten Kinder in der Alterskategorie 12 Jahre, wodurch die Stichprobe nicht den gesamten Altersbereich des QbTest (6-12) umfasste. Weiterhin lagen keine Informationen zur Komorbidität der Kinder vor. Folgestudien sollten die Komorbidität mit erfassen, um einen Einfluss ausschließen zu können. Wenngleich der QbTest einen Beitrag zur Objektivierung der Diagnosestellung im Bereich ADHS liefern könnte, muss zudem festgehalten werden, dass die Interpretation und Integration von Testbefunden immer auch der klinischen Einschätzung des Praktikers unterliegt und somit nicht als vollständig objektiv zu betrachten ist.

In **Studie drei** lagen für Geschwisterkinder und die Kinder der Kontrollgruppe keine ausführlichen klinischen Interviews (Kiddie-SADS) für eine DSM-IV basierte Differentialdiagnostik vor. Eine bestehende ADHS-Diagnose sowie andere psychische Störungen des Kindes- und Jugendalters wurden jedoch in einem biographischen Fragebogen erfasst und ADHS-Symptome wurden mittels der Conners Eltern- und Lehrerfragebögen erhoben. Für einige Geschwisterkinder zeigte sich erwartungsgemäß eine erhöhte Symptombelastung. Die Gruppengrößen in Studie drei waren zudem teilweise klein (Geschwisterkinder: $n = 22$), weshalb die Ergebnisse als vorläufig betrachtet werden müssen. Folgestudien mit größeren Gruppengrößen sollten die Ergebnisse dieser Studie absichern und dabei auch den Einfluss motivationaler Aspekte – insbesondere auf dem Unaufmerksamkeitsfaktor – berücksichtigen.

5.3 Ausblick

Angesichts der hohen Komorbiditätsraten von ADHS ist die Frage nach dem klinischen Nutzen diagnostischer Verfahren eng verknüpft mit der Frage, ob es mit ihnen gelingt, klinische Gruppen voneinander zu unterscheiden. Zukünftige Studien sollten deshalb die QbTest-Faktoren ebenso wie die Connors^{3ed} Skalen hinsichtlich ihrer Diskriminationsfähigkeit zwischen ADHS und anderen klinischen Gruppen wie beispielsweise Angststörungen, Depression oder Autismus-Spektrum-Störungen explorieren. Darüber hinaus sollten Folgestudien die ADHS-Subtypen (rein unaufmerksam, rein hyperaktiv/impulsiv, kombinierter Subtyp) hinsichtlich der drei Faktorwerte vergleichen, um mögliche Profile zu entschlüsseln, die dabei helfen könnten, Behandlungen auf die jeweilige Subgruppe anzupassen (i.S. tailored interventions). Die große Heterogenität sowohl auf Symptomebene wie auch auf neuropsychologischer Ebene spricht gegen die Beschränkung auf ein einzelnes universelles Maß oder Verfahren anhand dessen die ADHS Diagnose zuverlässig gestellt werden kann. Langfristig wird das Ziel zur Verbesserung der Diagnostik von ADHS vielmehr darin bestehen, den spezifischen Nutzen der unterschiedlichen Methoden (z.B. Fragebögen vs. neuropsychologische Tests) aber auch unterschiedlicher Verfahren einer Methode (z.B. QbTest vs. andere neuropsychologische Verfahren) hinsichtlich der Erfassung bestimmter Symptomcluster weiter zu untersuchen und zu differenzieren. Die Orientierung an ätiologischen Modellen wie dem eingangs beschriebenen Triple Pathway-Modell (Sonuga-Barke, Bitsakou, & Thompson, 2010) wäre dabei sinnvoll, um gezielt Verfahren und Paradigmen für einzelne Defizitbereiche zu entwickeln bzw. weiter zu untersuchen. Wie unter 2.5 erwähnt zeigten, Sonouga-Barke und Kollegen (2010) zudem in einer Gruppe von ADHS-Kindern, dass etwa ein Viertel der Kinder keinerlei Auffälligkeiten in den drei Bereichen (1. Exekutive Dysfunktionen, 2. Aversion gegenüber Belohnungsaufschub, 3. Defizitäre Zeitwahrnehmung) aufwiesen. Objektiv erfasste motorische Unruhe könnte hier zusätzliche Varianz aufklären und sollte aus diesem Grund zukünftig als weiterer Defizitbereich genauer exploriert werden. Anknüpfend an die Ergebnisse zur Validität der mittels QbTest objektiv erfassten ADHS-Kernsymptome und zur Kulturunabhängigkeit des Connors^{3ed} Fragebogen sollten psychometrische Eigenschaften von ADHS-Diagnoseinstrumenten weiter untersucht werden. Wenn es langfristig gelänge, diejenigen Verfahren, die sich als besonders reliabel, valide und spezifisch für bestimmte ADHS Defizitbereiche erweisen, schlussendlich als „diagnostische Goldstandards“ zu etablieren, so wäre der weiteren Erforschung und Behandlung von ADHS ein wesentlicher Dienst erwiesen.

Literaturverzeichnis

- Albrecht, B., Brandeis, D., Uebel, H., Heinrich, H., Mueller, U. C., Hasselhorn, M., et al. (2008). Action Monitoring in Boys With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, Their Nonaffected Siblings, and Normal Control Subjects: Evidence for an Endophenotype. *Biological Psychiatry*, 64(7), 615-625.
- Almasy, L., & Blangero, J. (2001). Endophenotypes as quantitative risk factors for psychiatric disease: Rationale and study design. *American Journal of Medical Genetics*, 105(1), 42-44.
- American Academy of Child and Adolescent Psychiatry. (2007). Practice Parameter for the Assessment and Treatment of Children and Adolescents With Attention - Deficit / Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 46(7), 894-921.
- American Academy Of Pediatrics. (2000). Clinical Practice Guideline: Diagnosis and Evaluation of the Child With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Pediatrics*, 105(5), 1158-1170.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed., text rev. ed.). Washington, DC: Author.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-V)*. Washington, DC: Author.
- Andreou, P., Neale, B. M., Chen, W. A. I., Christiansen, H., Gabriels, I., Heise, A., et al. (2007). Reaction time performance in ADHD: improvement under fast-incentive condition and familial effects. *Psychological Medicine*, 37(12), 1703-1715.
- Arcos-Burgos, M., Castellanos, F. X., Lopera, F., Pineda, D., Palacio, J. D., Garcia, M., et al. (2002). Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): feasibility of linkage analysis in a genetic isolate using extended and multigenerational pedigrees. *Clin Genet*, 61(5), 335-343.
- Arns, M., de Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M., & Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clin EEG Neurosci*, 40(3), 180-189.
- Bakker, S. C., van der Meulen, E. M., Buitelaar, J. K., Sandkuijl, L. A., Pauls, D. L., Monsuur, A. J., et al. (2003). A whole-genome scan in 164 Dutch sib pairs with attention-deficit/hyperactivity disorder: suggestive evidence for linkage on chromosomes 7p and 15q. *Am J Hum Genet*, 72(5), 1251-1260.
- Banaschewski, T., Roessner, V., Uebel, H., & Rothenberger, A. (2004). Neurobiologie der Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHS). *Kindheit und Entwicklung*, 13(3), 137-147.
- Barbarese, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Pankratz, V. S., Weaver, A. L., Weber, K. J., et al. (2002). How Common Is Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder?: Incidence in a Population-Based Birth Cohort in Rochester, Minn. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 156(3), 217-224.
- Barkley, R. A. (1991). The ecological validity of laboratory and analogue assessment methods of ADHD symptoms. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 19(2), 149-178.
- Barkley, R. A. (2005). *Das große ADHS-Handbuch für Eltern* (Vol. 2. Ausgabe). Bern: Hogrefe.
- Barkley, R. A., Fischer, M., Edelbrock, C. S., & Smallish, L. (1990). The Adolescent Outcome of Hyperactive Children Diagnosed by Research Criteria: I. An 8-Year Prospective Follow-up Study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 29(4), 546-557.
- Barkley, R. A., Fischer, M., Smallish, L., & Fletcher, K. (2002). The persistence of attention-deficit/hyperactivity disorder into young adulthood as a function of reporting source and definition of disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 111(2), 279-289.

- Barkley, R. A., & Ullman, D. G. (1975). A comparison of objective measures of activity and distractibility in hyperactive and nonhyperactive children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 3(3), 231-244.
- Biederman, J. (2004). Impact of comorbidity in adults with attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 65(Suppl3), 3-7.
- Biederman, J. (2005). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Selective Overview. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1215-1220.
- Biederman, J., Milberger, S., Faraone, S. V., & et al. (1995). Family-environment risk factors for attention-deficit hyperactivity disorder: A test of rutter's indicators of adversity. *Archives of General Psychiatry*, 52(6), 464-470.
- Brassett-Harknett, A., & Butler, N. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder: An overview of the etiology and a review of the literature relating to the correlates and lifecourse outcomes for men and women. *Clinical Psychology Review*, 27(2), 188-210.
- Brocki, K. C., Tillman, C. M., & Bohlin, G. (2008). CPT performance, motor activity, and continuous relations to ADHD symptom domains: A developmental study. *European Journal of Developmental Psychology*, 7(2), 178-197.
- Brown, R. T., Amler, R. W., Freeman, W. S., Perrin, J. M., Stein, M. T., Feldman, H. M., et al. (2005). Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Overview of the Evidence. *Pediatrics*, 115(6), e749-757.
- Buitelaar, J. (2005). ADHD: strategies to unravel its genetic architecture. In *Neurodevelopmental Disorders* (pp. 1-17): Springer Vienna.
- Bussing, R., Fernandez, M., Harwood, M., Wei, H., Garvan, C. W., Eyberg, S. M., et al. (2008). Parent and Teacher SNAP-IV Ratings of Attention Deficit Hyperactivity Disorder Symptoms. *Assessment*, 15(3), 317-328.
- Canino, G., & Alegría, M. (2008). Psychiatric diagnosis — Is it universal or relative to culture? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49, 237-250.
- Castellanos, F. X., & Tannock, R. (2002). Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nat Rev Neurosci*, 3(8), 617-628.
- Christiansen, H., Hirsch, O., Drechsler, R., & Lidzba, K. (submitted). German validation of the Conners' 3rd Rating Scales for parents, teachers and children: Factor structure and normative data.
- Christiansen, H., Oades, R., Psychogiou, L., Hauffa, B., & Sonuga-Barke, E. (2010). Does the cortisol response to stress mediate the link between expressed emotion and oppositional behavior in Attention-Deficit/Hyperactivity-Disorder (ADHD)? *Behavioral and Brain Functions*, 6(1), 45.
- Christiansen, H., Reh, V., Schmidt, M., & Rief, W. (in revision after review). Neurofeedback and self-management training in ambulatory care for children with ADHD: study protocol of a randomized controlled trial.
- Conners, C. K. (2008). *Conners 3rd edition manual*. Toronto, Ontario, Canada: Multi-Health Systems.
- Conners, C. K., & Kronsberg, S. (1985). Measuring activity level in children. *Psychopharmacology bulletin*, 21(4), 893-897.
- Cormier, E. (2008). Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: A Review and Update. *Journal of Pediatric Nursing*, 23(5), 345-357.
- Davidson, M. A. (2008). Literature Review: ADHD in Adults: A Review of the Literature. *Journal of Attention Disorders*, 11(6), 628-641.
- Delmo, C., Weiffenbach, O., Gabriel, M., Stadler, C., & Poustka, F. (2001). *Übersetzung und Adaptation des Kiddie-Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia-Present and Lifetime (K-SADS-PL)*. www.adhs-legasthenie.de/PDF/K-SADS_Fragebogen.pdf.

- Dilling, H., Mombour, W., & Schmidt, M. H. (2009). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen. ICD-10 Kapitel V (F). Klinisch-diagnostische Leitlinien* (Vol. 7). Göttingen: Hans Huber.
- Dillo, W., Göke, A., Prox-Vagedes, V., Szycik, G., Roy, M., Donnerstag, F., et al. (2010). Neuronal correlates of ADHD in adults with evidence for compensation strategies--a functional MRI study with a Go/No-Go paradigm. *German Medical Science, Vol. 8*.
- Döpfner, M., & Metternich, T. W. (2006). *Hyperkinetische Störungen und oppositionelle Verhaltensstörungen. In: Lehrbuch der Psychotherapie - Verhaltenstherapie mit Kindern, Jugendlichen und deren Familien. (Hrsg.: Mattejat, F.)*. München: CIP Medien.
- Döpfner, M., Schürmann, S., & Frölich, J. (1998). *Therapieprogramm für Kinder mit hyperkinetischem und oppositionellem Problemverhalten – THOP*. Weinheim Beltz PVU.
- Doyle, A. E., Faraone, S. V., Seidman, L. J., Willcutt, E. G., Nigg, J. T., Waldman, I. D., et al. (2005a). Are endophenotypes based on measures of executive functions useful for molecular genetic studies of ADHD? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(7), 774-803.
- Doyle, A. E., Willcutt, E. G., Seidman, L. J., Biederman, J., Chouinard, V.-A., Silva, J., et al. (2005b). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Endophenotypes. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1324-1335.
- Drechsler, R., Brandeis, D., Földényi, M., Imhof, K., & Steinhausen, H.-C. (2005). The course of neuropsychological functions in children with attention deficit hyperactivity disorder from late childhood to early adolescence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(8), 824-836.
- DuPaul, G. J. (1991). Parent and Teacher Ratings of ADHD Symptoms: Psychometric Properties in a Community-Based Sample. *Journal of Clinical Child Psychology*, 20(3), 245-253.
- Edwards, M., Gardner, E., Chelonis, J., Schulz, E., Flake, R., & Diaz, P. (2007). Estimates of the Validity and Utility of the Conners' Continuous Performance Test in the Assessment of Inattentive and/or Hyperactive-Impulsive Behaviors in Children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 35(3), 393-404.
- Efstratopoulou, M., Janssen, R., & Simons, J. (2012). Agreement among physical educators, teachers and parents on children's behaviors: A multitrait-multimethod design approach. *Research in Developmental Disabilities*, 33(5), 1343-1351.
- Egeland, J., & Kovalik-Gran, I. (2010a). Validity of the Factor Structure of Conners'™ CPT. *Journal of Attention Disorders*, 13(4), 347-357.
- Egeland, J., & Kovalik-Gran, I. (2010b). Measuring Several Aspects of Attention in One Test. *Journal of Attention Disorders*, 13(4), 339-346.
- Epstein, J. N., Erkanli, A., Conners, C. K., Klaric, J., Costello, J. E., & Angold, A. (2003). Relations Between Continuous Performance Test Performance Measures and ADHD Behaviors. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 31(5), 543-554.
- Fabiano, G. A., Chacko, A., Pelham Jr, W. E., Robb, J., Walker, K. S., Wymbs, F., et al. (2009b). A Comparison of Behavioral Parent Training Programs for Fathers of Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Behavior Therapy*, 40(2), 190-204.
- Fabiano, G. A., Pelham Jr, W. E., Coles, E. K., Gnagy, E. M., Chronis-Tuscano, A., & O'Connor, B. C. (2009a). A meta-analysis of behavioral treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Psychology Review*, 29(2), 129-140.
- Faraone, S. V. (2004). Etiology and pathophysiology of adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *Primary Psychiatry*, 11(7), 28-34.
- Faraone, S. V. (2013). Attention-deficit hyperactivity disorder and the shifting sands of psychiatric nosology. *The British Journal of Psychiatry*, 203(2), 81-83.
- Faraone, S. V., & Biederman, J. (1998). Neurobiology of attention-deficit hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 44(10), 951-958.

- Faraone, S. V., & Biederman, J. (2005). What Is the Prevalence of Adult ADHD? Results of a Population Screen of 966 Adults. *Journal of Attention Disorders*, 9(2), 384-391.
- Faraone, S. V., Perlis, R. H., Doyle, A. E., Smoller, J. W., Goralnick, J. J., Holmgren, M. A., et al. (2005). Molecular Genetics of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1313-1323.
- Faraone, S. V., Sergeant, J., Gillberg, C., & Biederman, J. (2003). The worldwide prevalence of ADHD: is it an American condition? *World Psychiatry*, 2(2), 104-113.
- Federal Office for Migration and Refugees Federal Ministry of the Interior. (2013). Migrationsbericht [Migration report]. from <http://www.bamf.de/SharedDocs/Anlagen/DE/Publikationen/Migrationsberichte/>
- Fisher, S. E., Francks, C., McCracken, J. T., McGough, J. J., Marlow, A. J., MacPhie, I. L., et al. (2002). A genomewide scan for loci involved in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Am J Hum Genet*, 70(5), 1183-1196.
- Fox, D., Tharp, D., & Fox, L. (2005). Neurofeedback: An Alternative and Efficacious Treatment for Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(4), 365-373.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., et al. (2009). Distinct EEG effects related to neurofeedback training in children with ADHD: A randomized controlled trial. *International Journal of Psychophysiology*, 74(2), 149-157.
- Gillberg, C., Gillberg, I. C., Rasmussen, P., Kadesjö, B., Söderström, H., Rastam, M., et al. (2004). Co-existing disorders in ADHD -- implications for diagnosis and intervention. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13(1), i80-i92.
- Gittelman, R., Mannuzza, S., Shenker, R., & Bonagura, N. (1985). Hyperactive boys almost grown up pt 1: psychiatric status. *Arch Gen Psychiatry*, 42, 937-947.
- Gottesman, I. I., & Gould, T. D. (2003). The Endophenotype Concept in Psychiatry: Etymology and Strategic Intentions. *Am J Psychiatry*, 160, 636-645.
- Graham, J., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Coghill, D., Danckaerts, M., Dittmann, R. W., et al. (2011). European guidelines on managing adverse effects of medication for ADHD. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 20(1), 17-37.
- Halperin, J. M., Matier, K., Bedi, G., Sharma, V., & Newcorn, J. H. (1992). Specificity of Inattention, Impulsivity, and Hyperactivity to the Diagnosis of Attention-deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 31(2), 190-196.
- Hart, E., Lahey, B., Loeber, R., Applegate, B., & Frick, P. (1995). Developmental change in attention-deficit hyperactivity disorder in boys: A four-year longitudinal study. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 23(6), 729-749.
- Hasson, R., & Fine, J. G. (2012). Gender Differences Among Children With ADHD on Continuous Performance Tests. *Journal of Attention Disorders*, 16(3), 190-198.
- Heinrich, H., Gevensleben, H., & Strehl, U. (2007). Annotation: Neurofeedback – train your brain to train behaviour. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(1), 3-16.
- Henkel, J., & Pasckert, M. (2012). *Diagnostik der ADHS - Zusammenhänge zwischen dem Qb-Test, der KiTAP und dem Conners-Fragebogen bei Kindern mit und ohne ADHS. (Unveröffentlichte Diplomarbeit)*. University of Marburg, Marburg.
- Hodgson, K., Hutchinson, A. D., & Denson, L. (2012). Nonpharmacological Treatments for ADHD: A Meta-Analytic Review. *Journal of Attention Disorders*. DOI: 10.1177/1087054712444732.
- Hoffman, H. (2010). *Struwwelpeter: Pretty Stories and Funny Pictures*. London: Pavilion Children's Books.

- Huss, M., Hälling, H., Kurth, B.-M., & Schlack, R. (2008). How often are German children and adolescents diagnosed with ADHD? Prevalence based on the judgment of health care professionals: results of the German health and examination survey (KiGGS). *European Child & Adolescent Psychiatry*, 17(1), 52-58.
- Huss, M., Iseler, A., & Lehmkuhl, U. (2001). Interkultureller Vergleich der Conners-Skalen: Lässt sich die US-amerikanische Faktorenstruktur an einer deutschen Klinikstichprobe replizieren? [Cross-cultural comparison of the Conners scales. Is it possible to replicate the original factor structure on a German clinical sample?]. *Zeitschrift für Kinder Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 29(1), 16-24.
- Huss, M., Stadler, C., Salbach, H., Mayer, P., Ahle, M., & Lehmkuhl, U. (2002). ADHS im Lehrerurteil: Ein Vergleich von Klinik- und Normstichprobe anhand der Conners-Skalen. [ADHD and teacher rating: Comparison of clinical and normative sample based on Conners rating scales]. *Kindheit und Entwicklung*, 11(2), 90-97.
- Kadesjö, B., & Gillberg, C. (2001). The Comorbidity of ADHD in the General Population of Swedish School-age Children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(4), 487-492.
- Kahn, R. S., Khoury, J., Nichols, W. C., & Lanphear, B. P. (2003). Role of dopamine transporter genotype and maternal prenatal smoking in childhood hyperactive-impulsive, inattentive, and oppositional behaviors. *The Journal of Pediatrics*, 143(1), 104-110.
- Kessler, R. C., Adler, L., Ames, M., Barkley, R. A., Birnbaum, H., Greenberg, P., et al. (2005). The Prevalence and Effects of Adult Attention Deficit/Hyperactivity Disorder on Work Performance in a Nationally Representative Sample of Workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(6), 565-572.
- Kessler, R. C., Adler, L., Barkley, R., Biederman, J., Conners, C. K., Demler, O., et al. (2006). The Prevalence and Correlates of Adult ADHD in the United States: Results From the National Comorbidity Survey Replication. *Am J Psychiatry*, 163, 716-723.
- Kiss, A., & Kreienbrink, A. (2010). Fortschritte der Integration [Advancements of integration]. Retrieved from http://www.bamf.de/SharedDocs/Anlagen/DE/Publikationen/Forschungsberichte/fb08-fortschritte-der-integration.pdf?__blob=publicationFile.
- Klein, R. G., & Mannuzza, S. (1991). Long-Term Outcome of Hyperactive Children: A Review. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 30(3), 383-387.
- Krabbendam, L., Marcelis, M., Delespaul, P., Jolles, J., & van Os, J. (2001). Single or multiple familial cognitive risk factors in schizophrenia? *American Journal of Medical Genetics*, 105(2), 183-188.
- Kuntsi, J., Neale, B., Chen, W., Faraone, S., & Asherson, P. (2006). The IMAGE project: methodological issues for the molecular genetic analysis of ADHD. *Behavioral and Brain Functions*, 2(1), 27.
- Kuntsi, J., Wood, A. C., Van Der Meere, J., & Asherson, P. (2009). Why cognitive performance in ADHD may not reveal true potential: Findings from a large population-based sample. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15(04), 570-579.
- Lahey, B. B., Schwab-Stone, M., Goodman, S. H., Waldman, I. D., Canino, G., Rathouz, P. J., et al. (2000). Age and gender differences in oppositional behavior and conduct problems: A cross-sectional household study of middle childhood and adolescence. *Journal of Abnormal Psychology*, 109(3), 488-503.
- Larsson, H., Rydén, E., Boman, M., Langström, N., Lichtenstein, P., & Landén, M. (2013). Risk of bipolar disorder and schizophrenia in relatives of people with attention-deficit hyperactivity disorder. *The British Journal of Psychiatry*, 203(2), 103-106.
- Lauth, G. W., & Schlottke, P. F. (2009). *Training mit aufmerksamkeitsgestörten Kindern* (Vol. 6. Auflage). Weinheim Beltz PVU.

- Lavigne, J. V., Dulcan, M. K., LeBailly, S. A., & Binns, H. J. (2012). Can Parent Reports Serve as a Proxy for Teacher Ratings in Medication Management of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder? *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 33(4), 336-342.
- Leins, U., Goth, G., Hinterberger, T., Klinger, C., Rumpf, N., & Strehl, U. (2007). Neurofeedback for Children with ADHD: A Comparison of SCP and Theta/Beta Protocols. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 32(2), 73-88.
- Lidzba, K., Christiansen, C., & Drechsler, R. (2013). *Conners-3: Deutsche Adaptation der Conners 3rd Edition.*[German adaptation and normalization of the Conners-3 questionnaires]. Tübingen: Hans Huber Verlag.
- Lofthouse, N., Arnold, L. E., Hersch, S., Hurt, E., & DeBeus, R. (2012a). A Review of Neurofeedback Treatment for Pediatric ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 16(5), 351-372.
- Mannuzza, S., Klein, R. G., Bessler, A., Malloy, P., & LaPadula, M. (1993). Adult outcome of hyperactive boys: Educational achievement, occupational rank, and psychiatric status. *Archives of General Psychiatry*, 50(7), 565-576.
- Mannuzza, S., Klein, R. G., Bonagura, N., Malloy, P., Giampino, T. L., & Addalli, K. A. (1991). Hyperactive boys almost grown up: V. replication of psychiatric status. *Archives of General Psychiatry*, 48(1), 77-83.
- Marco, R., Miranda, A., Schlotz, W., Melia, A., Mulligan, A., Müller, U., et al. (2009). Delay and reward choice in ADHD: An experimental test of the role of delay aversion. *Neuropsychology*, 23(3), 367-380.
- Markie-Dadds, C., Turner, K., & Sanders, M. (1999). *Das Triple P Gruppenarbeitsbuch*. Münster: Verlag für Psychotherapie.
- McGee, R. A., Clark, S. E., & Symons, D. K. (2000). Does the Conners' Continuous Performance Test Aid in ADHD Diagnosis? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 28(5), 415-424.
- Monastra, V. J. (2005a). Electroencephalographic biofeedback (neurotherapy) as a treatment for attention deficit hyperactivity disorder: rationale and empirical foundation. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 14(1), 55-82.
- Monastra, V. J., Lynn, S., Linden, M., Lubar, J. F., Gruzelier, J., & LaVaque, T. J. (2005b). Electroencephalographic Biofeedback in the Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(2), 95-114.
- Monastra, V. J., Monastra, D., & George, S. (2002). The Effects of Stimulant Therapy, EEG Biofeedback, and Parenting Style on the Primary Symptoms of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(4), 231-249.
- MTA Cooperative Group. (1999). A 14-month randomized clinical trial of treatment strategies for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Archives of General Psychiatry*, 56(12), 1073-1086.
- Muller, U., Asherson, P., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Ebstein, R., Eisenberg, J., et al. (2011a). The impact of study design and diagnostic approach in a large multi-centre ADHD study. Part 1: ADHD symptom patterns. *BMC Psychiatry*, 11(1), 54.
- Muller, U., Asherson, P., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Ebstein, R., Eisenberg, J., et al. (2011b). The impact of study design and diagnostic approach in a large multi-centre ADHD study: Part 2: Dimensional measures of psychopathology and intelligence. *BMC Psychiatry*, 11(1), 55.
- Nichols, S. L., & Waschbusch, D. A. (2004). A Review of the Validity of Laboratory Cognitive Tasks Used to Assess Symptoms of ADHD. *Child Psychiatry & Human Development*, 34(4), 297-315.
- O'Brien, J. D., Halperin, J. M., Newcorn, J. H., Sharma, V., & et al. (1992). Psychometric differentiation of conduct disorder and attention deficit disorder with hyperactivity. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 13(4), 274-277.

- Oosterlaan, J., & Sergeant, J. A. (1998). Effects of reward and response cost on response inhibition in AD/HD, disruptive, anxious, and normal children. *J Abnorm Child Psychol*, 26, 161 - 174.
- Palmer, E. D., & Finger, S. (2001). An Early Description of ADHD (Inattentive Subtype): Dr Alexander Crichton and 'Mental Restlessness' (1798). *Child and Adolescent Mental Health*, 6(2), 66-73.
- Petermann, F., & Wechsler, D. (2011). *Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC - IV)* (Vol. 4. ed., German Version). Frankfurt/M.: Pearson.
- Phelan, T. W. (2005). *Die 1-2-3 Methode für Eltern. Konsequenz fördern und zum Lernen motivieren*. Mühlheim Verlag an der Ruhr.
- Porrino, L. J., Rapoport, J. L., Behar, D., Ismond, D. R., Bunney, W. E., & Jr. (1983b). A naturalistic assessment of the motor activity of hyperactive boys: II. stimulant drug effects. *Archives of General Psychiatry*, 40(6), 688-693.
- Porrino, L. J., Rapoport, J. L., Behar, D., Sceery, W., Ismond, D. R., & Bunney, W. E., Jr. (1983a). A Naturalistic Assessment of the Motor Activity of Hyperactive Boys: I. Comparison With Normal Controls. *Arch Gen Psychiatry*, 40(6), 681-687.
- Rabiner, D. L., Murray, D. W., Rosen, L., Hardy, K., Skinner, A., & Underwood, M. (2010). Instability in teacher ratings of children's inattentive symptoms: implications for the assessment of ADHD. *J Dev Behav Pediatr*, 31(3), 175-180.
- Reh, V., Schmidt, M., Lam, L., Schimmelmann, B. G., Hebebrand, J., Rief, W., & Christiansen, H. (2013). Behavioral Assessment of Core ADHD Symptoms Using the QbTest. *Journal of Attention Disorders*. 10.1177/1087054712472981.
- Reh, V., Schmidt, M., Rief, W., & Christiansen, H. (submitted). Preliminary Evidence for altered motion tracking based Hyperactivity in ADHD siblings. *Behavioral and Brain Functions*.
- Reichenbach, L. C., Halperin, J. M., Sharma, V., & Newcorn, J. H. (1992). Children's motor activity: Reliability and relationship to attention and behavior. *Developmental Neuropsychology*, 8(1), 87-97.
- Riccio, C. A., Reynolds, C. R., Lowe, P., & Moore, J. J. (2002). The continuous performance test: a window on the neural substrates for attention? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 17(3), 235-272.
- Rommelse, N. J., Altink, M., Oosterlaan, J., Beem, L., Buschgens, C. M., Buitelaar, J., et al. (2008). Speed, Variability, and Timing of Motor Output in ADHD: Which Measures are Useful for Endophenotypic Research? *Behavior Genetics*, 38(2), 121-132.
- Rommelse, N. J., Altink, M. E., Oosterlaan, J., Buschgens, C. J. M., Buitelaar, J., De Sonneville, L. M. J., et al. (2007). Motor control in children with ADHD and non-affected siblings: deficits most pronounced using the left hand. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(11), 1071-1079.
- Rommelse, N. J., Oosterlaan, J., Buitelaar, J. A. N., Faraone, S. V., & Sergeant, J. A. (2007). Time Reproduction in Children With ADHD and Their Nonaffected Siblings. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 46(5), 582-590.
- Rutter, M. (1999). Psychosocial adversity and child psychopathology. *Br J Psychiatry*, 174, 480-493.
- Rutter, M. (2009). Understanding and testing risk mechanisms for mental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(1-2), 44-52.
- Salbach-Andrae, H., Lenz, K., & Lehmkuhl, U. (2009). Patterns of agreement among parent, teacher and youth ratings in a referred sample. *European Psychiatry*, 24(5), 345-351.
- Sattler, J. M. (1992). *Assessment of children: behavioral and clinical applications*. San Diego: Sattler Publ. Inc.

- Schachter, H. M., Pham, B., King, J., Langford, S., & Moher, D. (2001). How efficacious and safe is short-acting methylphenidate for the treatment of attention-deficit disorder in children and adolescents? A meta-analysis. *CMAJ*, 165(11), 1475-1488.
- Scheres, A., Oosterlaan, J., & Sergeant, J. A. (2001). Response execution and inhibition in children with AD/HD and other disruptive disorders: the role of behavioural activation. *J Child Psychol Psychiatry*, 42, 347 - 357.
- Schlack, R., Hölling, H., Kurth, B. M., & Huss, M. (2007). Die Prävalenz der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland [The prevalence of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in children and adolescents in Germany]. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 50, 827-835.
- Schmidt, M., Reh, V., Hirsch, O., Rief, W., & Christiansen, H. (2013). Assessment of ADHD Symptoms and the Issue of Cultural Variation: Are Conners 3 Rating Scales Applicable to Children and Parents With Migration Background? *Journal of Attention Disorders*. 10.1177/1087054713493319.
- Scholtens, S., Diamantopoulou, S., Tillman, C. M., & Rydell, A.-M. (2011). Effects of Symptoms of ADHD, ODD, and Cognitive Functioning on Social Acceptance and the Positive Illusory Bias in Children. *Journal of Attention Disorders*, 16(8), 685-696.
- Sims, D. M., & Lonigan, C. J. (2012). Multi-method assessment of ADHD characteristics in preschool children: Relations between measures. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 329-337.
- Skounti, M., Philalithis, A., & Galanakis, E. (2007). Variations in prevalence of attention deficit hyperactivity disorder worldwide. *European Journal of Pediatrics*, 166(2), 117-123.
- Slaats-Willemse, D., Swaab-Barneveld, H., de Sonnevile, L. E. O., van der Meulen, E., & Buitelaar, J. A. N. (2003). Deficient Response Inhibition as a Cognitive Endophenotype of ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 42(10), 1242-1248.
- Sonuga-Barke, E., Bitsakou, P., & Thompson, M. (2010). Beyond the Dual Pathway Model: Evidence for the Dissociation of Timing, Inhibitory, and Delay-Related Impairments in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 49(4), 345-355.
- Sonuga-Barke, E., Lasky-Su, J., Neale, B. M., Oades, R., Chen, W., Franke, B., et al. (2008). Does parental expressed emotion moderate genetic effects in ADHD? an exploration using a genome wide association scan. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 147B(8), 1359-1368.
- Steinhausen, H.-C., Drechsler, R., Földényi, M., Imhof, K., & Brandeis, D. (2003). Clinical Course of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder From Childhood Toward Early Adolescence. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 42(9), 1085-1092.
- Steinhausen, H.-C., NÃ,vik, T., Baldursson, G., Curatolo, P., Lorenzo, M., Rodrigues Pereira, R., et al. (2006). Co-existing psychiatric problems in ADHD in the ADORE cohort. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 15(1), i25-i29.
- Taylor, E., Döpfner, M., Sergeant, J., Asherson, P., Banaschewski, T., Buitelaar, J., et al. (2004). European clinical guidelines for hyperkinetic disorder – first upgrade. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13(0), i7-i30.
- Teicher, M. H., Ito, Y., Glod, C. A., & Barber, N. I. (1996). Objective Measurement of Hyperactivity and Attentional Problems in ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 35(3), 334-342.
- Thapar, A., Fowler T, Rice F, Scourfield J, van den Bree M, Thomas H, et al. (2003). Maternal smoking during pregnancy and attention deficit hyperactivity disorder symptoms in offspring. *Am J Psychiatry*, 160(11), 1985-1989.

- Uebel, H., Albrecht, Asherson, P., Börger, N., Butler, L., Chen, W., et al. (2010). Performance variability, impulsivity errors and the impact of incentives as gender-independent endophenotypes for ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51(2), 210-218.
- Ulberstad, F. (2012). *QbTest technical manual, rev. Ed.* Stockholm, Sweden: Qbtech AB.
- Van de Kamp, J. L., & Collins, A. C. (1994). Prenatal nicotine alters nicotinic receptor development in the mouse brain. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 47(4), 889-900.
- Van der Oord, S., Prins, P. J. M., Oosterlaan, J., & Emmelkamp, P. M. G. (2008). Efficacy of methylphenidate, psychosocial treatments and their combination in school-aged children with ADHD: A meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 28(5), 783-800.
- Vernon, D., Frick, A., & Gruzelier, J. (2004). Neurofeedback as a Treatment for ADHD: A Methodological Review with Implications for Future Research. *Journal of Neurotherapy: Investigations in Neuromodulation, Neurofeedback and Applied Neuroscience*, 8(2), 53 - 82.
- Vogt, C., & Williams, T. (2011). Early Identification of Stimulant Treatment Responders, Partial Responders and Non-Responders using Objective Measures in Children and Adolescents with Hyperkinetic Disorder. *Child and Adolescent Mental Health*, 16(3), 144-149.
- Wacker, J., Mueller, E. M., Hennig, J. r., & Stemmler, G. (2011). How to consistently link extraversion and intelligence to the catechol-O-methyltransferase (COMT) gene: On defining and measuring psychological phenotypes in neurogenetic research. *Journal of Personality and Social Psychology*, 102(2), 427-444.
- Waldman, I. D. (2005). Statistical Approaches to Complex Phenotypes: Evaluating Neuropsychological Endophenotypes for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1347-1356.
- Wehmeier, P. M., Dittmann, R. W., Banaschewski, T., & Schacht, A. (2012). Does Stimulant Pretreatment Modify Atomoxetine Effects on Core Symptoms of ADHD in Children Assessed by Quantitative Measurement Technology? *Journal of Attention Disorders*, 10.1177/1087054712445184.
- Wehmeier, P. M., Schacht, A., Wolff, C., Otto, W. R., Dittmann, R. W., & Banaschewski, T. (2011). Neuropsychological Outcomes Across the Day in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Treated with Atomoxetine: Results from a Placebo-Controlled Study Using a Computer-Based Continuous Performance Test Combined with an Infra-Red Motion-tracking Device. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 21(5), 433-444.
- Willcutt, E. G. (2012). The Prevalence of DSM-IV Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review. *Neurotherapeutics*, 9(3), 490-499.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the Executive Function Theory of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1336-1346.
- Wood, A. C., Saudino, K. J., Rogers, H., Asherson, P., & Kuntsi, J. (2007). Genetic influences on mechanically-assessed activity level in children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(7), 695-702.
- Zhou, K., Dempfle, A., Arcos-Burgos, M., Bakker, S. C., Banaschewski, T., Biederman, J., et al. (2008). Meta-analysis of genome-wide linkage scans of attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 147B(8), 1392-1398.
- Zimmermann, P., Gondan, M., & Fimm, B. (2002). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder (KITAP)*. Herzogenrath: Psytest.

Appendix

A. Manuskript 1

B. Manuskript 2

C. Manuskript 3


D. Curriculum Vitae und Publikationsliste

E. Eidesstattliche Erklärung

A. Manuskript 1

Schmidt, M., Reh, V., Hirsch, O., Rief, W., & Christiansen, H. (2013). **Assessment of ADHD symptoms and the Issue of Cultural Variation: Are Conners^{3ed} Rating Scales Applicable to Children and Parents With Migration Background?** *Journal of Attention Disorders*.

Assessment of ADHD Symptoms and the Issue of Cultural Variation: Are Conners 3 Rating Scales Applicable to Children and Parents With Migration Background?

Journal of Attention Disorders
XX(X) 1–13
© 2013 SAGE Publications
Reprints and permissions:
sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/1087054713493319
jad.sagepub.com


Martin Schmidt¹, Verena Reh¹, Oliver Hirsch¹, Winfried Rief¹, and Hanna Christiansen¹

Abstract

Objective: The objective was to evaluate whether Conners 3 (*Conners 3rd edition*) ratings of ADHD symptoms are robust to distortion by cultural variation when applied to children with migration background living in Germany. **Method:** From 2010 to 2011, Conners 3 data (self-rating, parent rating, and teacher rating) of 243 children with Turkish migration background, aged 6 to 16 years, were collected in various German schools. Allocation of items to latent factors was tested with confirmatory analyses. Reliability and validity of resulting factors was calculated and influence of acculturation, gender, and age on rating-modalities was examined. **Results:** Confirmatory factor analyses showed high model fits for all rating-modalities. Resulting scales had good reliability and validity. There was a small influence of acculturation on parent ratings of oppositional defiant disorder but not on ADHD core symptoms. **Conclusion:** Conners 3 ratings seem to be robust against influences of cultural variation. Their German translation can be utilized for children with Turkish migration background without limitation. (*J. of Att. Dis.* 2013; XX(X) 1–XX)

Keywords

ADHD, assessment, cultural variation

Introduction

Cultural variation is an issue when assessing psychopathological symptoms with psychometric measures across countries. Even given a faithful translation of a rating instrument, specific cultural characteristics might interfere with its reliability or validity (Canino & Bravo, 1994). On account of this, ADHD, with the three core symptoms of inattention, hyperactivity, and impulsivity, is a subject of a lively discussion. Is ADHD a mere cultural construct of modern Western society—an “American” problem (Timimi & Taylor, 2004)—or rather a psychiatric disorder (Faraone, Sergeant, Gillberg, & Biederman, 2003), with a primarily internal and biological etiology (Crawford, Kaplan, & Dewey, 2006; Schneider, Retz, Coogan, Thome, & Rösler, 2006)? Several investigators found prevalence rates in Europe to be significantly lower than those in northern America, and worldwide prevalence rates range from less than 1% to approximately 20% (Faraone et al., 2003; Skounti, Philalithis, & Galanakis, 2007). Polanczyk, De Lima, Horta, Biederman, and Rhode (2007), as well as Willcutt (2012), counter this allegation in systematic reviews that identify differences in assessment methods,

such as choice of impairment criteria, diagnostic criteria, psychometric measures used, or sources of information to be primarily responsible for the huge variability in prevalence. Both reviews conclude that the overall and worldwide prevalence of ADHD is about 5% for children and adolescents when taking the mentioned differences in assessment into account.

However, even if uniform methods and rating criteria are applied, the endorsement of hyperactivity and disruptive behavior of children seems to vary across countries. The “International Multicenter ADHD Genetics Project (IMAGE)” is one of the largest research projects on ADHD, with more than 1,000 families that participated in 11 European centers (Kuntsi, Neale, Chen, Faraone, & Asherson, 2006). Although administration and instruments were the same in all locations, the mean number of ADHD symptoms differed

¹University of Marburg, Germany

Corresponding Author:

Martin Schmidt, Department of Psychology, University of Marburg, Gutenbergstr. 18, Marburg 35032, Germany.
Email: martin.h.schmidt@staff.uni-marburg.de

significantly across countries (Müller et al., 2011), leading to the assumption that conceptual differences between cultures seem to influence ADHD assessment. There is, therefore, every indication that ADHD is a primarily biological condition with a stable worldwide prevalence, although the estimation of what kind of behavior is seen as problematic might differ across countries, ethnicities, and cultures. Neglecting the influence of cultural variation on the diagnostic process might lead to general diagnostic algorithms and cutoffs that are not suitable for classification in different countries (Canino & Alegria, 2008).

The Conners questionnaires are widely used tools for diagnostic and research purposes of ADHD. They assess core symptoms and related problems—especially oppositional defiant disorder and conduct disorder—based on *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV*; 4th ed.; American Psychiatric Association [APA], 1994) criteria (Sparrow, 2010). There are forms for parents and teachers, as the diagnostic criteria require impairment across different settings, as well as self-rating forms for children. Normative data exist for Canadian and U.S. populations. Self-rating and parent scales were also adapted for the Spanish-speaking population of the United States. Those scales, or parts of them, have been translated into various languages and have been used in diverse cultural settings in and outside of North America. Countries where adaptations or translations of the teacher rating scales were used include Lebanon (Al Aghar, 2012), Iran (Ghanizadeh, Mohammadi, & Moini, 2008), Turkey (Dereboy, Senol, Sener, & Dereboy, 2007), Germany (Strehl et al., 2006), Sudan (Al-Awad & Sonuga-Barke, 2002), Poland (Kolakowski, Wolanczyk, & Liwsa, 1997), India (Rosenberg & Jani, 1995), Hong Kong (Luk, Leung, & Lee, 1988), Brazil (Brito, 1987), and Italy (O'Leary, Vivian, & Nisi, 1985). Parent rating scales have been adapted for Israel (Vaisman et al., 2008) and Russia (Joseph, Reisfeld, Tirosh, Silman, & Rennert, 2004). The IMAGE project used translations of the Conners' teacher and parent rating scales for diagnostic purposes in seven European countries (Netherlands, Ireland, Germany, Belgium, United Kingdom, Spain, and Switzerland), and Israel (Müller et al., 2011).

Although the scales are widely used internationally, difficulties with replication of the original subscale factors in those countries have been reported as well (Dereboy et al., 2007; O'Leary et al., 1985; Rosenberg & Jani, 1995). For example, the German version of the Conners Rating Scales (CRS) proved to result in different factor models for both the parent (Huss, Iseler, & Lehmkuhl, 2001) and teacher versions (Huss et al., 2002). Cross-cultural differences between the original version and the German adaptation were largest for hyperactivity and impulsivity symptoms in parent ratings (Huss et al., 2001). Large differences were found for conduct problems in the German teacher version (Huss et al., 2002).

The *Conners 3rd edition* (Conners 3; Conners, 2008) is the result of continuous development of the CRS and their

revision (CRS-R; Conners, 1997). The full form assesses ADHD and related symptoms on 10 symptom and two validity scales. This version has only recently been translated into German (Lidzba, in press), and results of exploratory and confirmatory factor analyses (CFAs) indicated that the original American subscale factor structure could be maintained without modifications for the purpose of clinical assessment and process evaluation within Germany (Christiansen, Hirsch, Drechsler, & Lidzba, 2013).

But cultural variation is not only an issue when observing distinct geographical regions. Even within a region, beliefs, knowledge, and perception about problematic behavior might vary significantly, due to differences in ethics, socioeconomic standards, or origin of subgroups (Bussing, Gary, Mills, & Garvan, 2007). Huss, Hölling, Kurth, and Schlack (2008) demonstrated that families with migration backgrounds living in Germany simultaneously reported less ADHD diagnoses for their children, yet more ADHD symptoms. The general prevalence of ADHD in Germany is 5.1% for the 3- to 17-year-olds. Prevalence rates of ADHD in families with migration background are significantly lower (3.1%; Schlack, Hölling, Kurth, & Huss, 2007). This is attributed to various migrant-specific characteristics, help-seeking patterns, and cultural differences in tolerance of symptoms among them.

According to the Ministry of Foreign Affairs (Federal Office for Migration and Refugees, 2013; Federal Statistical Office, 2012), approximately three million people from Turkey constitute the largest subgroup with migration backgrounds in Germany. Those with low acculturation levels have been found to have significantly lower incomes, fewer German friends, lower educational levels, and poorer German language proficiency (Kiss & Kreienbrink, 2010). To date, this subgroup is assessed with the standard German assessment instruments when presenting in clinical contexts. This leads to the question, whether the actual German translation of the Conners 3 scales can also be applied to this subgroup.

Our goal is to test whether all rating-modalities (self-ratings, parent ratings, and teacher ratings) match the factorial structure of the original model and to calculate the reliability parameters of the hypothetical scales. In the second step, convergent and divergent validity among ratings is evaluated. Third, we test whether the acculturation level of parents has a moderating influence on the ratings of ADHD core symptoms and related disorders. Finally, possible discrepancies in symptom severity between raters, and influences of sex and age on ratings are analyzed.

Subjects and Method

Procedure and Subjects

This was a cross-sectional study on healthy children with Turkish migration background living in Germany, with or

Table 1. Demographics of Children ($n = 243$) With a Turkish Migration Background Living in Germany.

	Total	Male	Female
<i>N</i>	243	79 (32.5%)	164 (67.5%)
Age (<i>SD</i>)	11.64 (2.23)	11.11 (2.11)	11.90 (2.24)
School grade ^a (<i>SD</i>)	5.91 (2.18)	5.27 (2.01)	6.23 (2.15)
Diagnosis ADHD	10 (4.1%)	7 (2.9%)	3 (1.2%)

^aGrades in Germany range from 1-4 (elementary school) to 5-10 (junior high school) to 11-13 (grammar school).

without German citizenship. Our sample consisted of 238 children self-ratings, 194 parent ratings, and 204 teacher ratings. Four parent rating forms had to be removed from the sample because more than five items (10%) were missing. All forms (self, parent, and teacher) were available for 152 children; in 86 cases, either parent or teacher ratings were missing. Five children did not complete the self-report, so only parent and/or teacher reports exist. Across all forms included in the final analyses, missing data on item level were 0.33%. Information on age, gender, and school grade was available for all children in the sample, along with the information on ADHD diagnoses. Information on educational level, nationality, and the language mainly used within the family was reported by 198 parents. As school graduations achieved in countries not belonging to the European Union are only rarely acknowledged, parents were first asked if they had any kind of German graduation level, and otherwise for the Turkish equivalent. Tables 1 and 2 show the details of the sample.

A study protocol in accordance with the criteria of the Declaration of Helsinki was reviewed and approved by the local institutional review board and by the school board of the German district Baden Wuerttemberg. Written informed consent was obtained from all participants, and their confidentiality was assured. From 2010 to 2011, subject data were collected through convenience sampling in different schools in Germany. Subjects were provided with a short study description, and asked to fill out the Conners 3 questionnaires for children, parents, and teachers. In addition, the parents were asked to answer questions on relevant sociodemographic parameters. Most subjects completed the questionnaires at home and sent them back to the Department of Clinical Psychology at the Philipps University of Marburg.

Method

The German Conners 3 for ADHD rating scales (C3D-C/P/T) in children and young adolescents. The German translation of the Conners 3 assesses ADHD symptoms and related problematic behaviors in children and young adolescents between 6 and 18 years of age (Lidzba, in press). The

assessment of symptom frequency is based on the evaluation of parents (parent rating), teachers (teacher rating), and the children themselves (self-rating). Symptoms are rated on a Likert-type scale from 0 (*not at all/never*) to 3 (*very much/very frequently*).

The long form of the self-rating scales (C3D-C) consists of 94 items assessing not only ADHD core symptoms but also related problems in executive functions, learning problems, aggression, and peer/family relations. The C3D features screener items for anxiety and depression. Scales that relate directly to the *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (4th ed., text rev.; *DSM-IV-TR*; APA, 2000) diagnostic criteria (symptom scales) are included for ADHD (inattention and hyperactivity/impulsivity) as well as for the most commonly co-occurring group of disorders—disruptive behavior disorders with conduct disorder and oppositional defiant disorder that consist of 44 items in total. Our analysis focused on those four symptom scales (Inattention [INA], Hyperactivity/Impulsivity [H/I], Conduct Disorder [CD], and Oppositional Defiant Disorder [ODD]), because of their relevance in clinical evaluation.

The parent (C3D-P) and teacher (C3D-T) ratings differ from the self-report primarily in wording of questions. Items in the self-report are formulated in the first person singular (e.g., “it is hard for me to pay attention ...”), whereas items for parent and teacher ratings are formulated in the third-person singular (e.g., “the child described doesn’t pay attention ...”). The long form of the parent rating scales (C3D-P) contains 105 items, with 44 symptom scale items, while the long form of the teacher rating scales (C3D-T) consists of 111 items, with 42 symptom scale items. The two missing items in the teacher questionnaire address conduct problems hard to rate for teachers (e.g., *staying out at night* and *bolting from home*).

Acculturation Assessment Scale index. We used a modified version of this instrument originally developed by Günay and Haag (1990) that measures the acculturation level of people with Turkish migration background living in Germany. Acculturation means acceptance of values, standards, and lifestyle of the immigration country. In its original form, the scale consists of 24 items. To reduce redundancy (e.g., different items asking for preferred language when consuming different types of media), an exploratory factor analysis was calculated that yielded two factors. One of these was composed of items addressing geographical features (e.g., place of birth), while the other one consisted of items associated with acculturation (e.g., preferred language, social contacts, national identity). The latter scale was used to calculate levels of acculturation. Items that showed high similarities in content—and thus very high correlations—with other items were removed to create a heterogeneous scale. The modified scale consists of 7 items on a 3-point Likert-type scale, for example, “German

Table 2. Demographics of Parents ($n = 198$) With a Turkish Migration Background Living in Germany.

	German	Turkish	Both	No statement
Nationality (%)	73 (36.9%)	113 (57.1%)	9 (4.5%)	3 (1.5%)
Family language (%)	2 (1.0%)	71 (35.9%)	123 (62.1%)	2 (1.0%)
Educational level	German	Turkish		
None		12 (6.0%)		
Basic school	—	21 (10.6%)		
Middle school	113 (57.0%)	16 (8.1%)		
High school	16 (8.1%)	20 (10.1%)		
Total		198 (100%)		

language speaking ability” from 1 (*not at all/rudimentary*) to 3 (*good/very good*). Cronbach’s alpha is .757, which is acceptable, especially as items are relatively heterogeneous in terms of content (M inter-item correlation = .344).

Statistical Analysis

All raw data were stored in a database in Marburg (Department of Clinical Psychology, Philipps University of Marburg). Data reduction and analyses were carried out using the statistical package SPSS 18, including AMOS 18, for structural equation modeling.

First, CFA was conducted for the German translations of self-report, parent rating, and teacher rating to assess whether the data of the sample of children with Turkish migration background resulted in a model fit comparable with the original American version, as this was the case with the German normative sample (Christiansen et al., 2013). The confirmatory analysis was based on the 44 items (42 items in the teacher rating) that compose the four symptom scales: INA, H/I, ODD, and CD. Factors were allowed to correlate, as factor correlations in the original validation sample were substantial (Conners, 2008). Unweighted least squares (ULS) were used for estimation, as this procedure makes no assumption on distribution or scaling properties. Indices used to evaluate model fits are explained below.

Root mean square residual (RMR). The RMR displays discrepancies between the implied model and empirical data, and ranges from 0 to 1, with values close to 0 indicating less discrepancy. A value smaller than .05 indicates a good model fit (Byrne, 1998), and values smaller than .08 an acceptable fit (Hu & Bentler, 1999).

Goodness of Fit Index (GFI) and Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI). The GFI shows the amount of observed covariance explained by the covariance implied by the model (Tabachnick & Fidell, 2007). It ranges from 0 to 1, and values close to 1 indicate a high amount of explained variance. A cutoff point of .90 has been recommended, but Miles and Shevlin (1998) rather suggested values equal or larger than .95 to

indicate a good fit. The AGFI adjusts this value by degrees of freedom, and favors parsimonious models—models with more degrees of freedom—over complex ones. AGFI values of .90 or larger indicate a good model fit (Hooper, Coughlan, & Mullen, 2008).

Normed Fit Index (NFI). The NFI is an incremental fit index that compares the hypothetical model with an independent model (that assumes indicators within the model to be entirely uncorrelated). Values range from 0 to 1, with values close to 1 indicating a strong preference for the hypothetical model. Values equal or larger than .95 indicate good model fit (Hu & Bentler, 1999), while values equal or larger than 0.90 are acceptable (Bentler & Bonnet, 1980).

Parsimony Normed Fit Index (PNFI). The PNFI index evaluates the parsimony of the model and prefers models that produce reliable estimates, while being nonrestrictive. Values range from 0 to 1, with values close to 1 indicating high parsimony. No thresholds have been recommended, but values around .5 are often reported in samples that produce otherwise good fit indices (Mulaik et al., 1989).

Because there was no evidence against the assumption that data were missing completely at random (Little’s MCAR [Missing Completely at Random] test, $p = .338$ for self-ratings, $p = .998$ for parent ratings, and $p = .999$ for teacher ratings), missing values were imputed with the expectation-maximization algorithm. After conduction of the factor analyses, Cronbach’s alpha was estimated for the established scales.

In the second step, correlations between identical scales across rating-modalities (self-rating, parent rating, and teacher rating) were calculated to evaluate convergent validity. Divergent validity was determined by comparing correlations between different scales across all rating-modalities. Results are displayed in a multitrait-multimethod matrix (MTMM).

Subsequently, correlations between all rating-modalities and the acculturation index were calculated to determine possible influences of cultural variation. Bonferroni-Holm corrections were used to adjust error rates for multiple testing of correlations.

Table 3. Fit Indices and Thresholds for Self-Rating and Parent and Teacher Ratings.

Fit indices	Self-rating	Parent rating	Teacher rating	Threshold
RMR	.036	.028	.033	<.05
GFI	.944	.963	.973	>.95
AGFI	.938	.959	.970	>.90
NFI	.911	.950	.968	>.95
PNFI	.863	.900	.914	>.60

Note. RMR = root mean square residual; GFI = Goodness of Fit Index; AGFI = Adjusted Goodness of Fit Index; NFI = Normed Fit Index; PNFI = Parsimony Normed Fit Index.

In the final step, a repeated-measure MANOVA with rating-modality as a within-subject factor, gender as a between-subject factor, and age and acculturation index as covariates was calculated across all symptom scales to examine whether differences between rating-modalities and gender influenced behavior ratings. Post hoc analyses of significant differences were analyzed with ANOVAs, repeated-measure ANOVAs, and *t* tests.

Effect sizes are reported as eta squares (η^2) for analyses of variance, or Cohen's *d* (*d*) for *t* tests. Cohen (1988) defined an η^2 of 0.01 / *d* = 0.2 as a small effect size, one of η^2 = 0.06 / *d* = 0.5 as medium, and one of η^2 = 0.14 / *d* = 0.8 as large.

Results

Results of CFA and Cronbach's Alpha for the Self-Report Sample (C3D-C)

Data from 238 self-reports were entered into the analysis. Both RMR and AGFI suggested a good fit of the data for the assumed model, while PNFI suggested the theoretical model to be highly parsimonious. GFI and NFI values were within the acceptable range. Table 3 gives an overview of the established fit-index values and thresholds.

Most factor loadings on the scales INA, H/I, and ODD were in the acceptable range with values greater than 0.30, and only one item on each scale loading less. Six items allocated to the scale (CD) loaded lower than 0.30 on that factor. This might be due to reduced variance, as items allocated to that scale (i.e., items regarding sexual assault or armed robbery) assess behaviors rarely displayed by children around the age of 12 years. Furthermore, social desirability might further influence ratings, contributing to reduced variance. Finally, heterogeneity of items allocated to that scale might result in lower factor loadings.

Table 4 shows the standardized factor loadings of the C3D-C self-rating items on their hypothesized factors, loadings on other factors that are within the range of 0.1 of the hypothesized factor, and intercorrelations between factors. Apart from Items 21, 39, and 42, items assigned to the

factor Inattention show medium to high loadings on their respective factor, and noticeably lower loadings on all other factors. Results regarding H/I, ODD, and CD are mixed, because lots of double or triple loadings exist. The internal consistency of all four factors of the self-rating form was acceptable with the following Cronbach's alpha values: INA, α = .79; H/I, α = .77; ODD, α = .72; and CD, α = .76.

To sum it up, our sample of children with Turkish migration background matches the factorial structure of the original Conners 3 self-rating forms well, with the model being highly parsimonious with acceptable fit-indices and an adequate internal consistency of the resulting scales.

Results of CFA and Cronbach's Alpha for the Parent-Report Sample (C3D-P)

Data from 194 parent reports were entered into the analysis. This sample of parent ratings successfully replicated the factorial structure of the original Conners 3 symptom scales. The resulting model is highly parsimonious with excellent fit-indices and a good internal consistency of the resulting scales (see Table 3). The internal consistency of all four factors was good with the following Cronbach's alpha values: INA, α = .83; H/I, α = .86; ODD, α = .81; and CD, α = .87.

With the exception of one item on the factor CD (*sexual assault*), factor loadings on all scales were in the acceptable range with values greater than 0.30. Table 5 shows the standardized factor loadings of the C3D-P items on their hypothesized factors and intercorrelations between factors.

Of the 15 items assigned to CD, 11 showed at least medium loadings on this factor and no substantial loadings on any other factor with 10 of those even showing high loadings of $\geq .50$. Another three items showed small to medium loadings on ODD as well. These results indicate a strong factor that, despite high correlations (.574-.765) with the other factors, depicts a distinct latent trait—namely, “serious disruptive behaviors”—rather clearly.

Almost all items assigned to the factors INA, H/I, and ODD show substantial loadings on at least one other factor, apart from the one they were originally allocated to. This suggests a higher order factor that subsumes those three factors. This higher order factor resembles the International Classification of Diseases, Tenth Revision (ICD-10) category of hyperkinetic conduct disorder (ICD-10, F90.1; World Health Organization [WHO], 2004).

Results of CFA and Cronbach's Alpha for the Teacher-Report Sample (C3D-T)

Data from 204 teacher reports were entered into the analysis. Analogous to self-ratings and parent ratings, the replication of the original Conners 3 symptom scales was successful. All fit-indices suggest a good fit of the data with the assumed model (see Table 3). The internal consistency

Table 4. Interfactor Correlation According to Confirmatory Factor Analysis and Standardized Factor Loadings of the Items on Their Hypothesized Factors for the Self-Rating Sample.

Conners item (number)	INA	H/I	ODD	CD
Factor 1: INA		.798	.709	.541
Problems with paying attention (31)	.514			
With making mistakes (39)	.272	.217	.193	
Keeping focus on tasks (63)	.607			
Keeping focus while listening (42)	.427	.341		
Following instructions (61)	.662			
Finishing tasks (17)	.586			
With organizing oneself (21)	.434	.347		
With tasks that require thinking (51)	.371			
With losing things (5)	.622			
With distractibility (77)	.547			
With forgetfulness (32)	.577			
Factor 2: H/I	.798		.900	.726
Problems with fidgetiness (60)		.708	.637	
With staying seated (64)	.379	.475	.428	
With moving when not supposed to (20)	.364	.456	.410	
With restlessness (7)		.604	.544	
With doing things quietly (84)		.649	.584	
With feelings of inner unrest (66)	.361	.452	.407	
With constantly moving (55)	.125	.156	.140	.113
With being quiet (34)	.370	.463	.417	
Bursting out during conversation (9)	.282	.353	.318	.256
With waiting (27)		.564	.508	
With interrupting people (6)		.580	.522	
Factor 3: ODD	.709	.900		.790
With controlling temper (67)		.576	.640	
With bickering (24)		.510	.567	
With following orders (1)	.206	.262	.291	.230
With antagonizing others (3)		.431	.479	.379
With denouncing others (62)		.510	.566	
With getting annoyed easily (74)		.385	.427	.338
With irritability (87)		.543	.603	
With being vengeful (94)		.450	.500	
Factor 4: CD	.541	.726	.790	
Problems with menacing others (25)			.375	.474
With being provocative (38)				.562
With using weapons (59)		.195	.212	.268
With being aggressive (86)			.375	.474
With torturing animals (47)		.183	.199	.252
With robbery (13)		.205	.223	.282
With setting things on fire (72)			.335	.424
With vandalism (82)		.204	.222	.281
With burglary (78)		.171	.186	.235
With lying (16)				.552
With stealing (52)	.089	.119	.130	.164
With staying out at night (91)			.358	.453
With bolting from home (8)			.314	.398
With truancy (33)				.640

Note. INA = Inattention; H/I = Hyperactivity/Impulsivity; ODD = Oppositional Defiant Disorder; CD = Conduct Disorder. In addition, loadings on factors other than the hypothesized factors differing by less than .1 are shown.

Table 5. Interfactor Correlation According to Confirmatory Factor Analysis and Standardized Factor Loadings of the Items on Their Hypothesized Factors for the Parent Rating and Teacher Rating Sample.

Conners item (number)	Parent rating				Teacher rating			
	INA	H/I	ODD	CD	INA	H/I	ODD	CD
Factor 1: INA		.846	.837	.607		.680	.641	.575
Problems with paying attention (47/36)	.586	.496	.491		.629			
Keeping focus on tasks (95/111)	.388	.328	.325		.718			
Keeping focus while listening (35/69)	.637	.539			.727			
Following instructions (68/73)	.680				.655			
Finishing tasks (79/57)	.659				.636			
With organizing oneself (84/103)	.535	.453	.448		.756			
With tasks that require effort (28/60)	.500	.423	.419		.643			
With losing things (97/92)	.557	.471	.467		.623			
With distractibility (101/23)	.649	.549			.777			
With forgetfulness (2/88)	.589	.498	.493		.655			
Factor 2: H/I	.846		.880	.574	.680		.788	.722
Problems with fidgetiness (98/4)		.733	.645			.774		
With staying seated (93/1)		.687	.605			.766		
With moving when not supposed to (69/24)	.518	.612	.538			.716		
With restlessness (99/7)		.808	.711			.691		
With doing things quietly (71/32)		.695	.611			.737		
With feelings of inner unrest (54/17)	.539	.637	.560			.565		
With constantly moving (45/78)	.455	.537	.473			.720		
With being quiet (3/50)	.403	.477	.419			.734		
Bursting out during conversation (43/9)		.658	.579			.696		
With waiting (61/76)	.348	.411	.362			.713		
With interrupting people (104/29)		.709	.624			.813		
Factor 3: ODD	.837	.880		.765	.641	.788		.994
With controlling temper (14/62)	.440	.463	.526				.742	.738
With bickering (102/47)		.604	.687				.683	.679
With following orders (94/71)	.426	.448	.509				.746	.742
With antagonizing others (59/59)	.365	.384	.436				.785	.780
With denouncing others (21/64)	.490	.515	.585				.766	.762
With getting annoyed easily (73/59)		.607	.690				.773	.769
With irritability (73/56)		.666	.757				.731	.727
With being vengeful (57/51)	.461	.484	.550				.595	.591
Factor 4: CD	.607	.574	.765		.575	.722	.994	
Problems with menacing others (16/98)				.641			.569	.572
With being provocative (30/105)				.696			.740	.744
With using weapons (27/14)				.544		.224	.309	.310
With being aggressive (39/35)				.529			.552	.555
With torturing animals (41/21)			.250	.327		.170	.234	.236
With robbery (96/27)				.499	.034	.043	.059	.060
With setting things on fire (78/61))				.438	.098	.124	.170	.171
With vandalism (65/10)				.569			.565	.568
With burglary (89/90)			.249	.325	.053	.066	.091	.092
With lying (56/40)				.767			.790	.794
With stealing (58/31)				.636		.230	.317	.319
With staying out at night (91/-)				.583	—	—	—	—
With bolting from home (76/-)			.317	.414	—	—	—	—
With truancy (6/54)				.534		.170	.234	.236
With sexual assault (11/33)	.139	.131	.175	.229	.083	.104	.143	.144

Note. INA = inattention; H/I = hyperactivity/impulsivity; ODD = oppositional defiant disorder; CD = conduct disorder. In addition, loadings on factors other than the hypothesized factors differing by less than .1 are shown.

Table 6. Multitrait–Multimethod Matrix ($n = 152$).

	Self-rating			Parent rating				Teacher rating			
	H/I	ODD	CD	INA	H/I	ODD	CD	INA	H/I	ODD	CD
Self-rating											
INA	.631**	.504**	.432**	.582**	.409**	.388**	.289**	.537**	.393**	.376**	.428**
H/I		.626**	.488**	.390**	.479**	.449**	.246*	.356**	.509**	.383**	.406**
ODD			.560**	.237*	.344**	.394**	ns	ns	.282**	.289**	.285**
CD				.229*	ns	.253*	.273*	.235*	ns	ns	.312**
Parent rating											
INA					.702**	.692**	.426**	.501**	.317**	.357**	.390**
H/I						.780**	.440**	.302**	.365**	.384**	.307**
ODD							.491**	.241*	.316**	.407**	.441**
CD								ns	ns	ns	.252*
Teacher rating											
INA									.637**	.591**	.484**
H/I										.762**	.578**
ODD											.735**

Note. Significant correlations were found between sum scores of all scales across all forms (self-rating, parent rating, and teacher rating). INA = inattention; H/I = hyperactivity/impulsivity; ODD = oppositional defiant disorder; CD = conduct disorder; ns = not statistically significant.

*Values significant at $\alpha = .05$ level. **Values significant at $\alpha = .01$ level (Bonferroni–Holm adjusted).

of all four factors was good with the following Cronbach's alpha values: INA, $\alpha = .83$; H/I, $\alpha = .86$; ODD, $\alpha = .81$; and CD, $\alpha = .87$.

All factor loadings on all four scales were in the acceptable range with values greater than 0.30. Table 5 shows the standardized factor loadings of the C3D-T items on their hypothesized factors, and intercorrelations between factors. Items assigned to INA and H/I showed consistently high loadings on their respective factors, and considerably lower loadings on all other factors. These results are indicative that teachers are relatively precise when attributing a certain behavior to a distinct ADHD core symptom.

Items assigned to either ODD or CD showed consistently high loadings on both factors and considerably lower loadings on all other factors. As with the parent ratings, a higher order factor possibly subsumed both factors. This higher order factor could be described as “volitional disruptive behaviors.” Loading patterns of teacher ratings most closely resembled a simple structure, and therefore seem most suited for differentiation of specific symptoms.

Convergent and Divergent Validity of Rating-Modalities

Monotrait–heteromethod correlations between rating-modalities (self-rating, and parent and teacher ratings) were high for INA (ranging from .501 to .582), medium to high for H/I (.365 to .509), medium for ODD (.289 to .407), and small to medium for CD (.252 to .312).

Except in one case, inattention and hyperactivity correlated highest with their counterparts across all rating-modalities, for example, self-ratings of inattention showed

higher correlations with parent ratings of inattention (monotrait correlation) than with any other scale; this indicates good convergent validity. Only the correlation between ODD teacher ratings and hyperactivity parent ratings (.384) was stronger than the monotrait correlation for hyperactivity (.365).

In the case of ODD and CD, results were mixed, with parent- or teacher-rated ODD and CD correlating higher with self-rated inattention or hyperactivity than with their counterparts. Table 6 shows the details of interrater correlations. Furthermore, children's self-ratings of hyperactivity correlated more strongly with either parent rating (.479) or teacher rating (.509) than those two rating-modalities with each other (.365).

Correlations between constructs within the same rating-modality (heterotrait–monomethod correlations) were strong with values up to .780 (hyperactivity/ODD) in parent ratings. As CFA demonstrated high factor correlations, this was expected.

Correlations Between All Rating-Modalities and Acculturation Index

There is a small, negative correlation between parent ratings of ODD and acculturation index ($r = -.189$, $p = .020$). It seems that a higher acculturation index goes along with less reported symptoms of ODD, and vice versa. When adjusting for multiple testing, this relationship is no longer significant (adjusted $\alpha = .0042$). No other significant correlations (or trends) of the acculturation index with self-rating, parent rating, or teacher rating were found. Though the influence of acculturation on parent ratings of ODD seems small but not

Table 7. Item Means and Standard Deviations of Symptom Scales Across All Rating-Modalities ($n = 152$).

Sex	Scale	Self-rating	Parent rating	Teacher rating
Male	Inattention	.99 (.530)	.80 (.579)	.99 (.746)
	Hyperactivity	.75 (.513)	.66 (.569)	.65 (.659)
	ODD	.84 (.458)	.55 (.547)	.55 (.617)
	CD	.21 (.258)	.12 (.237)	.17 (.258)
Female	Inattention	.81 (.470)	.56 (.634)	.56 (.695)
	Hyperactivity	.60 (.421)	.52 (.451)	.45 (.576)
	ODD	.72 (.363)	.41 (.378)	.34 (.494)
	CD	.10 (.157)	.05 (.103)	.09 (.166)
Total	Inattention	.86 (.495)	.63 (.500)	.69 (.600)
	Hyperactivity	.65 (.455)	.57 (.493)	.52 (.608)
	ODD	.76 (.397)	.46 (.440)	.40 (.542)
	CD	.13 (.200)	.07 (.160)	.11 (.201)

Note. Standard deviations are given in parentheses. Values are subdivided further to show effects accountable to sex differences. ODD = oppositional defiant disorder; CD = conduct disorder.

totally incidental, we conservatively decided to include this measure as a covariate in all further analyses.

Mean Differences Across Rating-Modalities: Influence of Age, Sex, and Acculturation

Children's self-ratings across all problem behaviors showed higher means than parent and teacher ratings (see Table 7), though this difference was fully mediated by their age. This was illustrated by a significant effect of covariation for age, Wilks's lambda = .908, $F(145.000) = 3.66$, $p = .007$, $\eta^2 = .092$. Younger children have higher means than older ones. When age is controlled for, differences between means of children, parent, and teacher ratings disappear, Wilks's lambda = .945, $F(141.000) = 1.04$, $p = .421$, $\eta^2 = .055$.

There was a significant main effect for gender, Wilks's lambda = .880, $F(145.000) = 4.93$, $p = .001$, $\eta^2 = .120$. Boys achieved higher ratings than girls across all problem behaviors and all rating-modalities.

There was no significant moderating or mediating influence for degree of acculturation, Wilks's lambda = .964, $F(145.000) = 1.36$, $p = .249$, $\eta^2 = .036$, although there is was a trend for ratings of ODD to be higher when parents had a lower acculturation index ($F = 3.60$, $p = .060$, $\eta^2 = .024$).

Discussion

The goal of the study presented was to evaluate whether the German adaptation of the Conners 3 is robust to distortion by cultural variation, when presented to people with a Turkish migration background living in Germany. The CFAs with items of the Conners 3 *DSM-IV* symptom scales of the original American study showed consistently good model fits in our sample of children. Analyses of the

different scales revealed that (a) due to high correlations between rating-modalities, convergent validity is given, and (b) self-ratings and parent and teacher ratings do not differ in estimation of symptom severity. Clinical ratings according to those original structures seem justified for this subgroup of children. This is important because prevalence rates of ADHD in families with migration backgrounds living in Germany are substantially lower than in families without migration background (Schlack et al., 2007). Therefore, it was our aim to examine if differences in awareness and/or estimation of problematic behaviors across subcultures might be responsible for this phenomenon, which in turn might influence psychometric ratings. This is important not only for clinical practice but also for research on ADHD. Considering that many studies today are international multicenter studies, it is of high importance to rely on psychometrically sound instruments with cross-cultural comparable factor structures that meet diagnostic requirements as formulated in the existing diagnostic manuals (*DSM-IV/ICD-10*; APA, 2000; WHO, 2004) and guidelines (National Institute for Health and Care Excellence, 2008).

When interpreting the following results, it is important to note that intercorrelations between scales are consistently high ($>.5$) across all rating-modalities, reflecting the strong relation between ADHD core symptoms and related disruptive behaviors.

When analyzing children's self-ratings on item level, items associated with absentminded and distractible behavior almost exclusively load on the factor Inattention, resembling a simple structure, while lots of double or triple loadings exist for all other factors. Thus, self-reports of children seem to differentiate well between internalizing (Inattention) and externalizing (H/I, ODD, CD) problem behaviors, but not between different manifestations of externalizing behaviors.

Parent ratings, however, show a clear distinction between CD and all other factors, but have problems differentiating between core symptoms of ADHD and ODD, matching results by Gadow and Nolan (2002).

Loading patterns of teacher-rated ADHD core symptoms resemble a simple structure most clearly, as they distinguish between the three dimensions inattention, hyperactivity/impulsivity, and disruptive behaviors. However, factor intercorrelation between ODD and CD is huge (.994) for teacher ratings. Teachers seem to have difficulties to differentiate milder problem behavior (ODD) from more serious disruptive behaviors (CD). It is possible that any kind of problematic externalizing and oppositional behavior at school is rated to be more severe by teachers, whereas parents differentiate the milder forms of opposition more clearly from the stronger forms of conduct disorders.

Looking at convergent validity, inattention consistently shows the highest correlations across all rating-modalities.

Convergent validity is acceptable for all other dimensions, though notably lower for parent and teacher ratings of H/I, ODD, and CD. This might reflect the aforementioned greater difficulty of parents to differentiate between those dimensions of externalizing behaviors (Gadow & Nolan, 2002), and to rather perceive this more in the sense of hyperkinetic conduct problems. Thus, parents and teachers seem to perceive and rate hyperactive/impulsive behavior differently, which may be attributed to the circumstance that both witness behaviors of children in different contexts. This assumption is supported by a number of studies, who found little to no association between parent and teacher ratings (Efstratopoulou, Simons, & Janssen, 2013; Lavigne, Dulcan, LeBailly, & Binns, 2012; Sims & Lonigan, 2012). This does not necessarily mean that one type of informant is providing invalid or unreliable information (Reid & Maag, 1994). For example, given that teachers, compared with parents, are more familiar with age-appropriate behavior of children, it might be possible that teachers are more tolerant toward the problem behavior of a particular child (Antrop, Roeyers, Oosterlaan, & Van Oost, 2002). Correlations of children's self-/parent ratings (.479) and children's self-/teacher ratings (.509) of H/I are higher than parent/teacher ratings (.365). It seems that children rate their own hyperactive/impulsive behavior rather accurately, probably because they experience—and more importantly receive feedback for—their behavior in both contexts.

As can be seen in the analyses on scale level, age has a mediating effect. Self-ratings of older children resemble parent and teacher ratings more than self-ratings of younger children. Possibly, very young children are overcharged when asked to rate their behavior out of the actual context, as their ability for logical, abstract, and deductive thinking is still developing until about 11 years of age (Petermann, Niebank, & Scheithauer, 2004). Varni, Limbers, and Burwinkle (2007) demonstrated that children as young as 5 years old can reliably and validly self-report their "health-related quality of life," although correlations between parent and children ratings increase substantially when children are 10 years or older. Therefore, it may be reasonable to attribute this discrepancy to the large variability of age and therefore to different stages of cognitive development of children and teenagers in this sample. Nevertheless, as displayed by the results, even when possibly exaggerating, young children show high consistence in their self-evaluation.

As prevalence rates, and thus perception of symptoms of ADHD and other disruptive behavioral disorders, between boys and girls differ strongly (Gershon & Gershon, 2002), effects of sex were to be expected. Findings of the literature could be replicated in this respect with boys consistently scoring higher than girls across all behaviors and rating-modalities.

Finally, besides an influence on parent ratings of ODD that vanished when correcting for multiple testing, the level

of parental acculturation did not influence ratings of parents, teachers, or children. Parents with lower acculturation index reported slightly higher ODD scores than those with a higher acculturation index. It seems that these parents perceive behavior of their offspring more critically. This is interesting, as Dereboy et al. (2007) reported problems replicating the scale CD for the parent ratings in the Turkish adaptation, but found no such issues for the scale H/I. Furthermore, a study on prevalence rates of ADHD and ODD based on *DSM-IV* criteria in Turkey (Erşan, Doğan, Doğan, & Sümer, 2004) revealed higher rates of ODD, but not ADHD, compared with prevalence rates in other countries. According to these findings, the awareness of defiant behavior seems to be more strongly affected by cultural diversity than core symptoms of ADHD.

Limitations

One limitation is the absence of a control sample of German children without migration background. On item level, a control group would have offered the opportunity for multiple-group CFA, thus testing the equivalence of models dependent on different levels of invariance (Weiber & Mühlhaus, 2010). On scale level, differences between parent groups could have been analyzed. However, teachers constitute a suitable control group, as they are independent of parental migration background. As parent and teacher ratings on symptom frequency in our sample do not differ from each other significantly, it seems sensible to assume the same for control parents. Furthermore, we specifically controlled for possible influences of acculturation.

Another problem is the high prevalence of girls in this sample, possibly because of selection bias. As effects of gender were controlled for and boys in the sample, according to expectations, scored higher than girls on all scales, this sample still seems to represent the basic population fairly.

Conclusion

There are no objections using the German translation of the Conners 3 *DSM-IV* symptom scales to assess ADHD and related behaviors in children with Turkish migration background. CFA revealed that our data strongly correspond with the assumed factor structure of the original Conners 3. The reliability of the resulting scales is adequate. The same applies to convergent and divergent validity parameters. Although there are small effects of acculturation on parental appraisal of oppositional behavior, these alone do not justify a special adaptation for use in clinical or research settings, especially because these effects vanish when controlling for multiple testing. Regarding ADHD core symptoms—inattention and hyperactivity/impulsivity—the Conners 3 questionnaires seem "culture fair."

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

References

- Al Aghar, T. (2012). *Assessing attention deficit hyperactivity disorder in Lebanon: The adaptation of the Conners' Teacher Rating Scale for use with Lebanese children* (Unpublished doctoral dissertation). University of Leicester, UK. Retrieved from <https://lra.le.ac.uk/handle/2381/10310>
- Al-Awad, A. M.E.-H., & Sonuga-Barke, E. J. S. (2002). The application of the Conners' Rating Scales to a Sudanese sample: An analysis of parents' and teachers' ratings of childhood behaviour problems. *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, 75, 177-187.
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed.). Washington, DC: Author.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed., text rev.). Washington, DC: Author.
- Antrop, I., Roeyers, H., Oosterlaan, J., & Van Oost, P. (2002). Agreement between parent and teacher ratings of disruptive behavior disorders in children with clinically diagnosed ADHD. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 24, 67-73.
- Bentler, P. M., & Bonnet, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88, 588-606.
- Brito, G. N. O. (1987). The Conners Abbreviated Teacher Rating Scale: Development of norms in Brazil. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 15, 511-518.
- Bussing, R., Gary, F. A., Mills, T. L., & Garvan, C. W. (2007). Cultural variations in parental health beliefs, knowledge, and information sources related to attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Family Issues*, 28, 291-318.
- Byrne, B. (1998). *Structural equation modeling with LISREL, PRELIS and SIMPLIS*. Mahwah, NJ: Lawrence-Erlbaum.
- Canino, G., & Alegria, M. (2008). Psychiatric diagnosis—Is it universal or relative to culture? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49, 237-250.
- Canino, G., & Bravo, M. (1994). The adaptation and testing of diagnostic and outcome measures for cross-cultural research. *International Review of Psychiatry*, 6, 281-286.
- Christiansen, H., Hirsch, O., Drechsler, R., & Lidzba, K. (2013). *German validation of the Conners' 3rd Rating Scales for parents, teachers and children: Factor structure and normative data*. Manuscript submitted for publication.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence-Erlbaum.
- Conners, C. K. (1997). *Conners' Rating Scales-Revised (CRS-R)*. Toronto, Ontario, Canada: Multi-Health Systems.
- Conners, C. K. (2008). *Conners 3rd edition* (3rd ed.). Toronto, Ontario, Canada: Multi-Health Systems.
- Crawford, S. G., Kaplan, B. J., & Dewey, D. (2006). Effects of coexisting disorders on cognition and behavior in children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 10, 192-199.
- Dereboy, C., Senol, S., Sener, S., & Dereboy, F. (2007). Validation of the Turkish versions of the Short-Form Conners' Teacher and Parent Rating Scales. *Türk Psikiyatri Derg*, 18, 48-58.
- Efstratopoulou, M., Simons, J., & Janssen, R. (2013). Concordance among physical educators', teachers', and parents' perceptions of attention problems in children. *Journal of Attention Disorders*, 17, 437-443.
- Erşan, E. E., Doğan, O., Doğan, S., & Sümer, H. (2004). The distribution of symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder and oppositional defiant disorder in school age children in Turkey. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13, 354-361.
- Faraone, S., Sergeant, J., Gillberg, C., & Biederman, J. (2003). The worldwide prevalence of ADHD: Is it an American condition? *World Psychiatry*, 2, 104-113.
- Federal Office for Migration and Refugees, Federal Ministry of the Interior. (2013). *Migrationsbericht* [Migration report]. Retrieved from http://www.bamf.de/SharedDocs/Anlagen/DE/Publikationen/Migrationsberichte/migrationsbericht-2011.pdf?__blob=publicationFile
- Federal Statistical Office. (2012). *Bevölkerung und Erwerbstätigkeit: Ausländische Bevölkerung* [Population and occupation: Foreign population]. Retrieved from https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/MigrationIntegration/AuslaendBevoelkerung2010200117004.pdf?__blob=publicationFile
- Gadow, K. D., & Nolan, E. E. (2002). Differences between preschool children with ODD, ADHD, and ODD+ADHD symptoms. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43, 191-201.
- Gershon, J., & Gershon, J. (2002). A meta-analytic review of gender differences in ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 5, 143-154.
- Ghanizadeh, A., Mohammadi, M. R., & Moini, R. (2008). Comorbidity of psychiatric disorders and parental psychiatric disorders in a sample of Iranian children With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 12, 149-155.
- Günay, E., & Haag, A. (1990). *Krankheit in der Emigration. Eine Studie an türkischen Patientinnen in der Allgemeinpraxis aus psychosomatischer Sicht* [Disorder and emigration. A study with female Turkish patients in psychosomatic treatment] (Vol. 40). Stuttgart, Germany: Thieme.
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6, 53-60.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6, 1-55.
- Huss, M., Hölling, H., Kurth, B.-M., & Schlack, R. (2008). How often are German children and adolescents diagnosed with ADHD? Prevalence based on the judgment of health care professionals: Results of the German health and examination survey (KiGGS). *European Child & Adolescent Psychiatry*, 17(1), 52-58.

- Huss, M., Iseler, A., & Lehmkuhl, U. (2001). Interkultureller Vergleich der Conners-Skalen: Lässt sich die US-amerikanische Faktorenstruktur an einer deutschen Klinikstichprobe replizieren? [Cross-cultural comparison of the Conners scales. Is it possible to replicate the original factor structure on a German clinical sample?]. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 29(1), 16-24.
- Huss, M., Stadler, C., Salbach, H., Mayer, P., Ahle, M., & Lehmkuhl, U. (2002). ADHS im Lehrerurteil: Ein Vergleich von Klinik- und Normstichprobe anhand der Conners-Skalen [ADHD and teacher rating: Comparison of clinical and normative sample based on Conners rating scales]. *Kindheit und Entwicklung*, 11(2), 90-97.
- Joseph, N. B., Reisfeld, D., Tirosch, E., Silman, Z., & Rennert, G. (2004). Neurobehavioral and cognitive performances of children exposed to low-dose radiation in the Chernobyl accident. *American Journal of Epidemiology*, 160, 453-459.
- Kiss, A., & Krienbrink, A. (2010). *Fortschritte der Integration* [Advancements of integration]. Retrieved from http://www.bamf.de/SharedDocs/Anlagen/DE/Publikationen/Forschungsberichte/fb08-fortschritte-der-integration.pdf?__blob=publicationFile
- Kolakowski, A., Wolanczyk, T., & Liwsa, M. (1997). The Polish version of Conners Rating Scales—Preliminary report. *European Psychiatry*, 12, (Suppl. 2), S227.
- Kuntsi, J., Neale, B. M., Chen, W., Faraone, S. V., & Asherson, P. (2006). The IMAGE project: Methodological issues for the molecular genetic analysis of ADHD. *Behavioral and Brain Functions*, 2, 27.
- Lavigne, J. V., Dulcan, M. K., LeBailly, S. A., & Binns, H. J. (2012). Can parent reports serve as a proxy for teacher ratings in medication management of attention-deficit hyperactivity disorder? *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 33, 336-342. doi:10.1097/DBP.0b013e31824afea1
- Lidzba, K. (in press). *Deutsche Adaptation und Normierung der Conners-3 Fragebögen* [German adaptation and normalization of the Conners-3 questionnaires]. Tübingen: Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin.
- Luk, S. L., Leung, P. W. L., & Lee, P. L. M. (1988). Conners' Teacher Rating Scale in Chinese children in Hong Kong. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 29, 165-174.
- Miles, J. N. V., & Shevlin, M. (1998). Effects of sample size, model specification and factor loadings on the GFI in confirmatory factor analysis. *Personality and Individual Differences*, 25, 85-90.
- Mulaik, S. A., James, L. R., Van Alstine, J., Bennet, N., Lind, S., & Stilwell, C. D. (1989). Evaluation of goodness-of-fit indices for structural equation models. *Psychological Bulletin*, 105, 430-445.
- Müller, U., Asherson, P., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Ebstein, R., Eisenberg, J., & Steinhausen, H. C. (2011). The impact of study design and diagnostic approach in a large multi-centre ADHD study: Part 1. ADHD symptom patterns. *BMC Psychiatry*, 11(1), 54.
- National Institute for Health and Care Excellence. (2008). *ADHD: Diagnosis and management of ADHD in children, young people and adults*. Retrieved from <http://publications.nice.org.uk/attention-deficit-hyperactivity-disorder-cg72/guidance#diagnosis-of-adhd>
- O'Leary, K. D., Vivian, D., & Nisi, A. (1985). Hyperactivity in Italy. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 13, 485-500.
- Petermann, F., Niebank, K., & Scheithauer, H. (2004). *Entwicklungswissenschaft* [Developmental science]. Heidelberg, Germany: Springer.
- Polanczyk, G., De Lima, M. S., Horta, B. L., Biederman, J., & Rohde, L. A. (2007). The worldwide prevalence of ADHD: A systematic review and meta-regression analysis. *The American Journal of Psychiatry*, 164, 942-948.
- Reid, R., & Maag, J. W. (1994). How many fidgets in a pretty much: A critique of behavior rating scales for identifying students with ADHD. *Journal of School Psychology*, 32, 339-354.
- Rosenberg, L. A., & Jani, S. (1995). Cross-cultural studies with the Conners Rating Scales. *Journal of Clinical Psychology*, 51, 820-826.
- Schlack, R., Hölling, H., Kurth, B. M., & Huss, M. (2007). Die Prävalenz der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland [The prevalence of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in children and adolescents in Germany]. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 50, 827-835.
- Schneider, M., Retz, W., Coogan, A., Thome, J., & Rösler, M. (2006). Anatomical and functional brain imaging in adult attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)—A neurological view. *European Archives of Psychiatry & Clinical Neuroscience*, 256(1), i32-i41.
- Sims, D. M., & Lonigan, C. J. (2012). Multi-method assessment of ADHD characteristics in preschool children: Relations between measures. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 329-337.
- Skounti, M., Philalithis, A., & Galanakis, E. (2007). Variations in prevalence of attention deficit hyperactivity disorder worldwide. *European Journal of Pediatrics*, 166, 117-123.
- Sparrow, E. P. (2010). *Essentials of Conners behavior assessments*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Strehl, U., Leins, U., Goth, G., Klinger, C., Hinterberger, T., & Birbaumer, N. (2006). Self-regulation of slow cortical potentials: A new treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, 118, e1530-e1540.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). New York, NY: Allyn & Bacon.
- Timimi, S., & Taylor, E. (2004). ADHD is best understood as a cultural construct. *British Journal of Psychiatry*, 184, 8-9.
- Vaisman, N., Kaysar, N., Zaruk-Adasha, Y., Pelled, D., Brichton, G., Zwingelstein, G., & Bodennec, J. (2008). Correlation between changes in blood fatty acid composition and visual sustained attention performance in children with inattention: Effect of dietary n-3 fatty acids containing phospholipids. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 1170-1180.
- Varni, J. W., Limbers, C. A., & Burwinkle, T. M. (2007). How young can children reliably and validly self-report their health-related quality of life? An analysis of 8,591 children across age subgroups with the PedsQL 4.0 Generic Core Scales. *Health and Quality of Life Outcomes*, 5, 1.
- Weiber, R., & Mülhau, D. (2010). *Strukturgleichungsmodellierung* [Structural Equation Modelling]. Heidelberg, Germany: Springer.

Willcutt, E. (2012). The prevalence of *DSM-IV* attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Neurotherapeutics*, 9, 490-499.

World Health Organization. (2004). *International statistical classification of diseases and health related problems*. Geneva, Switzerland: Author.

Author Biographies

Martin Schmidt is a psychologist (Dipl.-Psych.) and PhD student. His main research interests are in assessment methods for ADHD in childhood and in adulthood, and new psychological treatment methods for children, adolescents, and adults with a diagnosis of ADHD.

Verena Reh is a clinical psychologist (Dipl.-Psych.) and PhD student. Her main research interests are behavioral assessment

methods for ADHD and new psychological treatment options for childhood ADHD and comorbid disorders.

Oliver Hirsch, PhD, is a clinical psychologist and neuropsychologist. He works in a neurological rehabilitation clinic and as a scientific fellow in the Department of General Practice/Family Medicine specializing in shared decision making and research methods.

Winfried Rief, PhD, is a professor of clinical psychology and psychotherapy (chair) at the University of Marburg, head of the Outpatient Clinic for Psychological Interventions and head of the postgraduate training program in cognitive-behavior therapy at the University of Marburg, Germany.

Hanna Christiansen, PhD, is a clinical child and adolescent psychologist. Her main research interests are in the neuropsychology and treatment of ADHD, children of mentally ill parents, and prevention of mental disorders.

B. Manuskript 2

Reh V, Schmidt M, Lam L, Schimmelmann BG, Hebebrand J, Rief W, & Christiansen H (2013). **Behavioral Assessment of Core ADHD Symptoms using the QbTest.**
Journal of Attention Disorders.

Behavioral Assessment of Core ADHD Symptoms Using the QbTest

Journal of Attention Disorders
XX(X) 1–12
© 2013 SAGE Publications
Reprints and permission:
sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/1087054712472981
http://jad.sagepub.com



Verena Reh¹, Martin Schmidt¹, Le Lam², Benno G. Schimmelmann³,
Johannes Hebebrand⁴, Winfried Rief¹, and Hanna Christiansen¹

Abstract

Objective: Hyperactivity, one of the core symptoms of ADHD, has been mostly neglected in neuropsychological assessment of childhood ADHD. The neuropsychological Quantified behavior Test (QbTest) separately assesses all three core symptoms of ADHD on a behavioral level. Factor structure of the QbTest and its concurrent and discriminant validity are presented. **Method:** An exploratory factor analysis ($n = 828$ children) was performed. In a second sample ($n = 102$ children) a Multi-Trait-Multi-Method (MTMM) approach was used for validity analyses. **Results:** A three factorial model explained 76 % of the total variance, with the resulting QbTest factors significantly influenced by age and gender. The MTMM approach yielded promising results for discriminant, yet inconsistent findings for concurrent validity between the QbTest and another attention promising test as well as for Conners' Parent and Teacher Rating Scales. **Conclusion:** Results indicate that the QbTest may be helpful for the behavioral assessment of childhood ADHD, yet further studies on its psychometric quality and clinical utility are needed. (*J. of Att. Dis.* 2012; XX(X) 1-XX)

Keywords

ADHD, assessment, continuous performance test (CPT), Quantified behavior Test (QbTest)

Introduction

There is a lack of well-validated, objective, and easy-to-administer tests that separately assess all three core symptoms of ADHD (i.e., age-inadequate levels of inattention, hyperactivity, and impulsiveness), one of the most common and highly impairing childhood disorders (Polanczyk, de Lima, Horta, Biederman, & Rohde, 2007; Stein, Blum, & Barbarese, 2011). During the past decades, guidelines for the assessment and diagnosis of ADHD have been developed (e.g., American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 2007; American Academy of Pediatrics, 2000; Taylor et al., 2004). They all recommend the use of a variety of methods and informational sources, including child behavior observation, parent and teacher rating scales, standardized clinical interviews for parents and children, and physical examinations. Although these sources play an important role in the diagnosis of ADHD, they have been criticized because of their subjective nature. Self-report and observer-rating scales as well as clinical interviews are vulnerable to both clinician and informant biases (Edwards et al., 2007). Moreover, findings of reduced reliability for monitoring symptoms over time (Rabiner et al., 2010) and influences of children's gender, ethnicity, and socioeconomic status (SES) on symptom ratings (Bussing et al., 2008) have further supported objections against rating scale

procedures. Therefore, objective and reliable laboratory-based measures of ADHD symptoms are highly desirable, and considerable effort has been put into the development and evaluation of more direct assessment methods of core ADHD symptoms.

Over the past 20 years, computer-administered neuropsychological attention tests have become a popular means for behavioral assessment of attention processes, providing a direct observational, norm-referenced measure (Hasson & Fine, 2012). The continuous performance test (CPT) is the most commonly used neuropsychological test for ADHD evaluation in both research and clinical settings (Ballard, 1996; Corkum & Siegel, 1993; Epstein et al., 2003; McGee, Clark, & Symons, 2000; Nichols & Waschbusch, 2004; Riccio, Waldrop, Reynolds, & Lowe, 2001). The CPT is a computer-based vigilance test that aims at assessing

¹University of Marburg, Germany

²Practice for Child and Adolescent Psychiatry and Psychotherapy, Landau, Germany

³University of Bern, Switzerland

⁴University of Duisburg-Essen, Germany

Corresponding Author:

Verena Reh, Department of Psychology, University of Marburg,
Gutenbergstr. 18, 35032 Marburg, Germany
Email: verena.reh@staff.uni-marburg.de

executive functions (EFs) like sustained attention as well as selective attention processes and behavioral inhibition. These EFs have been shown to be closely related to symptoms of ADHD (for a review, see Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). When performing a CPT, participants are generally requested to react as fast as possible to target stimuli by pressing a key and to refrain from pressing it for nontarget stimuli. Failure to respond to the target stimuli is usually interpreted as a result of inattention, while responses to nontarget stimuli are interpreted as results of impulsivity. It is important to note that the term *CPT* in fact refers to a test paradigm, with many different versions that vary in duration from 6 to 22 min, target-to-nontarget ratio, and other test features (Riccio et al., 2001).

Although CPTs have excellent face validity and a great intuitive appeal as an objective measure for ADHD symptoms, research concerning the diagnostic utility of CPTs for ADHD remains controversial (Barkley, 1991; Halperin et al., 1990; McGee et al., 2000). While a large number of studies have reported differences in CPT performance measures between ADHD children and healthy controls (for a review, see Nichols & Waschbusch, 2004), only few have been successful in finding those differences for ADHD children and other clinical groups (O'Brien et al., 1992). Forbes (1998) stated that a diagnostic instrument must be able to distinguish between clinical groups to be of clinical utility. As it is true for behavior rating scales, interviews, standardized observation methods, or any other diagnostic tool, CPTs by themselves up to today have not been shown to have sufficient discriminative validity to determine a diagnosis of ADHD. There is agreement on the fact, though, that the use of CPTs as part of a larger neuropsychological battery can improve diagnostic precision and may be highly important for the reduction of gender bias in the diagnostic process (Hasson & Fine, 2012). Moreover, CPTs provide a quick and relatively cost-effective laboratory-based measure with the potential of being suitable for medication monitoring (Gualtieri & Johnson, 2005; Riccio et al., 2001; Wehmeier, Dittmann, Banaschewski, & Schacht, 2012; Wehmeier et al., 2011).

The Quantified behavior Test (QbTest®; see description below) is a commercial neuropsychological test that combines the CPT paradigm with apparatus measurement of motor activity (for similar measurement techniques, see Teicher, Ito, Glod, & Barber, 1996) and aims at assessing all three core ADHD symptoms (i.e., inattention, hyperactivity, and impulsivity) separately. Two different QbTest versions are provided targeting two different age groups. The first version can be used for children aged 6 to 12, and the second version can be applied for participants aged 12 to 60. As described above, standard CPTs appear to have an insufficient ability to discriminate between ADHD and other clinical conditions. Thus, additional use of motor assessment might enhance test validity because hyperactivity is a core symptom in many ADHD children and has been

frequently neglected in neuropsychological attention tests so far. In addition, the QbTest may be helpful in reducing gender, age, and SES biases in the diagnostic process, which are often observed when applying rating scale measures, as described above.

Despite these potential advantages, neither the factorial validity (i.e., "Does the test capture the three core ADHD symptoms?") nor its convergent validity with other measures (i.e., "Do the QbTest results correlate with corresponding questionnaire measures?") has been investigated. This is particularly noteworthy, as the QbTest (6-12)¹ is being marketed and widely used as a diagnostic tool for ADHD (Vogt & Williams, 2011) and even for titration of stimulant medication by a growing number of practitioners in European and North American countries (Wehmeier et al., 2011; Wehmeier et al., 2012). Moreover, the test has been incorporated in numerous studies concerning different aspects of ADHD (Brocki, Tillman, & Bohlin, 2008; Günther, poster presentation; Oades, Dauvermann, Schimmelmann, Schwarz, & Myint, 2010; Scholtens, Diamantopoulou, Tillman, & Rydell, 2011; Vogt & Williams, 2011; Wehmeier et al., 2011; Wehmeier et al., 2012). As the factorial validity of the test has not yet been investigated, it remains unclear how the different QbTest variables (a total of 17) relate to one another and whether they reflect ADHD symptoms in children. Reporting and using a large number of measures is problematic because it will lead to an increase of Type I error (false positive, that is, risk of diagnosing a healthy child with ADHD) since repeated measurement of the same latent construct dramatically decreases the threshold for a significant finding. Using standard corrections to control for the many measures (e.g., Bonferroni correction) would lead to higher risk of committing a Type II error though (false negative, that is, risk of overlooking a child who does in fact have ADHD and could profit from adequate treatment) because it drastically raises the threshold for a significant finding. These methodological problems could be attenuated by integrating variables that presumably measure the same latent constructs with single factors.

Besides the methodological issues, reporting a multitude of measures is highly inefficient for clinical practice. For practitioners, it is much more convenient to have few main parameters to consider and interpret than to observe 10 or more variables from one single test. This is especially true for diagnoses in ADHD where already a multitude of different informational sources and measures must be applied and integrated (see Taylor et al., 2004).

Factor analysis (FA) is the methodological procedure of grouping variables together and reducing redundant information by producing factor scores that are easier to interpret and thus a major benefit for practitioners. The primary aim of this study, therefore, is to explore the factorial structure of the QbTest and its conceptual accordance with core ADHD symptoms.

In addition to the open question regarding factorial validity, it is unknown whether the symptom dimensions measured with the QbTest overlap with questionnaire-based measures. Particularly, it is unknown whether the specific measurement of motor activity as assessed with the motion-tracking system incorporated in the QbTest is related to parent or teacher ratings of hyperactive behavior. The secondary aim of the study, therefore, is to examine the concurrent and divergent validity of the evolving QbTest factors.

Method

Procedure and Participants

Two separate samples were used to (a) analyze the structure of the QbTest (Sample I) and (b) analyze concurrent and discriminant validity of the evolving factors (Sample II). Sample I consisted of 901 German children who were referred to a practice for Child and Adolescent Psychiatry and Psychotherapy for ADHD assessment. Assessment was based on diagnostic standards as formulated in the guidelines (see Taylor et al., 2004). Clinical and psychological assessments were performed by a multiprofessional team. As part of the assessment process, children also completed the QbTest. As Sample I consisted of convenience sampling in the private pediatric practice, some children who were presented in the practice had been previously examined for ADHD symptoms elsewhere. Irrespective of preexisting diagnostic results though, all children had to complete routine assessment to assure well-founded diagnosis. Children who received ADHD-specific medication were off medication for at least 24 hr prior to performing the QbTest. Assessment took place in the practice and was either performed by a senior physician (LL) or by well-trained medical staff. All children received pharmacological and/or psychological treatment after ADHD diagnosis was confirmed.

Sample II consisted of 102 strictly diagnosed German ADHD children who were diagnosed and treated for ADHD at the University Hospital of Child and Adolescent Psychiatry, Essen, and at the Department of Clinical Psychology and Psychotherapy at the University of Marburg. A standardized *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (4th ed., text rev.; *DSM-IV-TR*; American Psychiatric Association [APA], 2000)-based clinical interview with the parents (Parental Account of Childhood Symptoms [PACS]; Chen & Taylor, 2006; Delmo, Weiffenbach, Gabriel, Stadler, & Poustka, 2000/2001) and the Conners' third Parent and Teacher Rating Scales (Conners, 2008), intelligence testing (Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth edition [WISC-IV], German version; Petermann & Wechsler, 2011; Sattler, 1992), and the QbTest were part of routine assessment. Part of Sample II ($n = 32$) additionally completed another laboratory test for attention assessment, the

children's test battery of attention assessment, with the subtests sustained attention, Go/No-Go, and divided attention (KITAP; Zimmermann, Gondan, & Fimm, 2002). Assessment was performed by well-trained medical staff, and again, all children received pharmacological and/or psychological treatment after ADHD diagnosis was confirmed.

Study protocols in accordance with the criteria of the Declaration of Helsinki were reviewed and approved by the local institutional review boards. Informed consent was obtained from all parents or guardians and children prior to the assessment, and their confidentiality was assured.

Deletion of univariate outliers in Sample I (3 *SDs* above mean in any of the relevant QbTest variables) left 829 cases for analysis. Because only one person with an age of 12 was available in the data set, this case was also excluded from further analysis for homogeneity of the sample. The final Sample I thus consisted of 828 cases: 588 males (M age = 8.5 years, $SD = 1.6$ years) and 240 females (M age = 8.5 years, $SD = 1.5$ years). According to Comrey and Lee (1992), this sample size is very good to excellent for exploratory factor analysis (EFA). Distribution of age and gender in the remaining sample did not significantly differ from the total sample. The gender distribution reflects the frequently reported distribution of gender in ADHD, with boys outnumbering girls about 3 to 1 (APA, 2000). Sample II consisted of 102 cases: 79 males (M age = 8.9 years, $SD = 1.7$ years) and 23 females (M age = 9 years, $SD = 1.5$ years). Table 1 presents the distribution of age and gender in the final Sample I and in Sample II.

The Quantified Behavior Test for Children Aged 6 to 12 Years

The QbTest is a combined CPT and activity test for children aged 6 to 12 years (Ulberstad, 2012), which aims to assess all three core symptoms of ADHD in one test.² While performing a standardized CPT on a computer, the movements of the participant are recorded with an infrared camera following a reflective marker attached to a headband that the participant wears while performing the test. The infrared camera is placed about 1 m away from the participant, who is sitting in front of a computer screen. Participants are seated on a stool with no back support or armrest, to assure that they do not adopt a reclining posture. The QbTest CPT involves presentation of two different stimuli: a gray circle (target) and a gray circle with a cross (nontarget). The stimuli are presented on the screen for 100 ms per stimulus with an interstimulus interval (ISI) of 1,900 ms. The total number of stimuli presented in QbTest is 450 with an equal number of target and nontarget stimuli appearing in random order. Over the course of the test (15 min), participants are asked to press a button once in response to every target signal as fast as possible and to refrain from responding to nontargets. The test instructions thus emphasize both speed

Table 1. Frequency Distribution of Sample I and Sample II by Age and Gender

Age	Sample I						Sample II					
	Gender						Gender					
	<i>n</i>	%	Female		Male		<i>n</i>	%	Female		Male	
			<i>n</i>	%	<i>n</i>	%			<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
6	110	13.3	27	3.2	83	10.0	6	5.8	0	0	6	5.8
7	146	17.6	46	5.6	100	12.1	15	14.7	3	2.9	12	11.8
8	153	18.5	41	5.0	112	13.5	26	25.5	6	5.9	20	19.6
9	172	20.8	59	7.1	113	13.6	18	17.7	7	6.8	11	10.8
10	140	16.9	42	5.1	98	11.8	17	16.7	3	2.9	14	13.7
11	107	12.9	25	3.0	82	9.9	11	10.8	2	1.9	9	8.8
12	0	0	0	0	0	0	9	8.8	2	1.9	7	6.8
Total	828	100	240	29.0	588	71.0	102	100	23	22.5	79	77.5

and accuracy. Participants' activities during the test are recorded by reading the coordinates (X and Y) of the headband marker. The position of the marker is sampled 50 times per second, with a spatial resolution of 1/27 mm per camera unit (Ulberstad, 2012). QbTech© provides separate norms for boys and for girls, as well as for all age groups included in QbTest 6-12 (age groups are per year, that is, separate norms for ages 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12). According to the test manual (Ulberstad, 2012), normative data from a control group of healthy children are based on a total of $n = 576$, including $n = 262$ males and $n = 314$ females.

The QbTest reports a total of 17 parameters. Those can be divided into activity and CPT measures. The reported activity measures include 5 parameters: (a) Time Active, which reflects the percentage of time the subject has moved more than 1 cm/s; (b) Distance, which reflects the distance traveled by the reflective headband marker and is measured in meters; (c) the score Area, measured as the surface covered by the headband reflector during the test and is presented in square centimeters; (d) Total Number of Microevents that are small movements of the reflective marker that occur when a position change since the last microevent is greater than 1 mm; and (e) Motion Simplicity, a measure of complexity of the motion pattern that is being reported in percentage.

Twelve CPT measures are reported, including (f) Reaction Time (RT) as the average time of all correct responses. This score indicates latency in information processing and motor response speed. (g) The score Outliers represents RTs that are very slow compared with the overall RT performance during the test. (h) RT Variation (RTVar) is calculated by the standard deviation of the mean of correct response times. It is a measure of the participant's inconsistency in response times. (i) The score Normalized Variation (NormVar) is the RTVar expressed in terms of RT. (j) The total number of missed targets is represented in the score Omission Errors,

while the total number of false hits is depicted by (k) Commission Errors. (l) The score Normalized Commission Errors displays the proportion or ratio of commission errors to correct responses to the target stimulus. Too fast responses to a stimulus (less than 150 ms after presentation of the stimulus) are reported by the score (m) Anticipatory. When there is more than one button press per stimulus presentation, this is measured and reported by (n) Multiresponse. (o) D-Prime Modified (d') is a measure of signal detectability. It reflects accuracy of target (signal) to nontarget (noise) discrimination and is calculated from commission and omission errors. (p) Longest Passivity is the maximum number of consecutive omission errors and gives information about the longest time the participant has been passive during the CPT. Finally, the total number of incorrect responses during the test is represented in the score (q) Error Rate that is calculated from commission errors plus omission errors divided by the total number of stimuli.

From all of the 17 above described QbTest parameters, 6 are secondary measures and measures of test involvement rather than providing direct performance information. Those secondary measures are calculated from performance information assessed by 1 of the 11 primary QbTest variables. Using those secondary variables for factor analysis would imply double counting the direct information contained in the primary variables. The secondary variables were thus excluded from further analyses (Variables 7, 9, 12, 15, 16, 17). Consequently, a total of 11 QbTest variables consisting of 5 activity measures and 6 CPT measures were included in the following analyses.

Statistical Analysis

Data reduction and analyses were carried out using the statistical package SPSS 19.0. Prior to analyses, all QbTest variables were examined for accuracy of data entry, missing

values, and outliers. No missing values were found, and outliers were identified as being 3 *SDs* above mean for each of the QbTest variables.

As a first step, a series of EFA were performed for data reduction and to obtain the factor structure of the test. Variables were included in the factor analysis if the following criteria were met: (a) variables loaded significantly ($>.30$) on at least one factor and (b) conceptual coherence was evident. In case of double loadings ($>.30$ on more than one factor), variables were attributed to the factor with the highest existing factor loading for this variable as well as when conceptual coherence was given. The scree test and the number of eigenvalues above 1.0 were used to select the number of factors for extraction. Because it is unlikely that the underlying dimensions are totally unrelated, we did not restrain our analyses to varimax rotation, but used oblique rotation ($\delta = 0$) instead. Also, each factor had to receive salient loadings ($>.30$) from more than one variable.

As a second step, Cronbach's α was computed to report internal consistency for the emerging factors. Finally, influences of age and gender on the QbTest factors were analyzed with a MANOVA. Effect sizes for differences between gender and age groups were reported when appropriate and interpreted according to Cohen (1977; small: $.01 \geq \eta^2$, medium: $.06 \geq \eta^2$, and large: $\eta^2 \geq .14$).

To further validate the QbTest, a multitrait-multimethod (MTMM) approach was used in Sample II, comparing the established factors (e.g., Hyperactivity, Inattention, Impulsivity) with the results of another test for attention assessment (KITAP; Zimmermann et al., 2002) and the Conners' third Parent and Teacher Rating Scales (Conners, 2008). Association of standardized KITAP results in the subtest sustained attention (comprising variables RT, Omission, and Commission errors) as well as standardized parent and teacher behavior ratings (Conners' *DSM*-Inattention subscale and *DSM*-Hyperactivity/Impulsivity subscale) with the QbTest factors were examined. According to the MTMM approach, we would expect significant, positive correlations between variables or factors representing the same construct (e.g., inattention) measured with different methods (e.g., rating scale vs. attention test). A significant positive correlation between those same constructs would be regarded as an indicator of concurrent validity. However, no significant correlations would be expected between different constructs (e.g., inattention vs. peer problems) assessed with different methods (e.g., rating scale vs. attention test). A low correlation between different constructs would give information on discriminant validity of the QbTest factors. The Conners' subscale Peer Relations as well as IQ scores from the German short version of the WISC-IV (Petermann & Wechsler, 2011; Sattler, 1992) were included in the correlational analysis for this reason. Except for the Inattention factor, we would expect the other QbTest factors not to be associated with either IQ or with

the Conners' subscale of Peer Relations. Since Attention is a precondition for cognitive testing, we would expect the Inattention factor to be negatively correlated with IQ, but not to be correlated with the Peer Relation subscale. Finally, Pearson correlations were computed and interpreted according to Cohen (1988; small: $r \geq .1$, medium: $r \geq .3$, and large: $r \geq .5$).

Results

Exploratory Factor Analyses

The Kaiser–Mayer–Olkin Measure (KMO) of sampling adequacy was .74, indicating a good sampling adequacy (Kaiser, 1974). No QbTest variables were excluded from the analysis since only one variable showed low communality of .11 (see Table 2). According to Bühner (2006), this can be tolerated if the total sample size is high and conceptual coherence is given. The correlation matrix was subjected to principal axis factoring with oblique rotation, yielding a three-factor solution according to the scree test (factor eigenvalues: Factor 1 = 5.40, Factor 2 = 1.59, Factor 3 = 1.33).

Table 2 presents the factor loadings and communalities for the 11 QbTest variables as well as eigenvalues and percentages of explained variance for each factor in this analysis. The resulting three factors explained 76% of the total variance. The first factor accounted for 49.13% of the total variance with five QbTest variables conceptually related to motor activity/motion (i.e., Time Active, Distance, Area, Microevents, Motion Simplicity). The second factor explained 14.43% of the variance, with three variables conceptually related to inattention (i.e., Omission Errors, RT, RTVar). Finally, the third factor accounted for 12.11% of the total variance with variables conceptually related to impulsivity (i.e., Commission Errors, Multiresponse, Anticipatory). Thus, factor names were proposed according to ADHD core symptoms: Hyperactivity, Inattention, and Impulsiveness. Table 2 shows the rotated factor loadings and communality values of the QbTest.

Internal consistency of all three factors was acceptable with the following Cronbach's alpha values: Hyperactivity ($\alpha = .95$), Inattention ($\alpha = .76$), and Impulsivity ($\alpha = .60$). Correlations between factors were moderate ($.18 \geq r \leq .48$) with highest correlations occurring between Hyperactivity and Inattention ($r = .48$) and Hyperactivity and Impulsivity ($r = .39$).

Influences of Age and Gender

A MANOVA for the obtained three QbTest subscales resulted in significant main effects for gender, Wilks's Lambda = .95, $F(5, 814) = 14.49$, $p = .001$, $\eta^2 = .051$, and age, Wilks's Lambda = .63, $F(15, 2248) = 26.93$, $p = .001$,

Table 2. Rotated Factor Loadings and Communality Values (h^2) From a Principal Axis Factor Analysis of QbTest Variables Using Oblimin Rotation ($N = 828$)

QbTest variables	1	2	3	h^2
Factor 1: Hyperactivity				
Time active	0.92	0.47	0.36	0.85
Distance	0.97	0.44	0.39	0.94
Area	0.97	0.44	0.39	0.93
Microevents	0.99	0.46	0.38	0.99
Motion simplicity	0.52	0.30	0.18	0.27
Factor 2: Inattention				
Omission errors	0.52	0.61	0.46	0.51
Reaction time	0.40	0.92	-0.08	0.92
Reaction time var.	0.54	0.93	0.44	0.94
Factor 3: Impulsivity				
Commission errors	0.27	0.04	0.77	0.60
Multiresponse	0.23	0.12	0.31	0.11
Anticipatory	0.27	0.21	0.75	0.57
Eigenvalue	5.40	1.59	1.33	
% total variance	49.13	14.43	12.11	

Note: QbTest = quantified behavior test. Highest loadings are boldface.

$\eta^2 = .14$, with medium to large effect sizes according to Cohen. Thus, interpretation of these subscales is dependent on age and gender influences. Means and standard deviations for the QbTest subscales are presented separately for gender and age groups in Table 3.

Concurrent and Discriminant Validity of the QbTest Factors

Table 4 shows the Pearson correlations of the established QbTest factors with Conners' parent and teacher ratings, KITAP results, and IQ. There was some evidence supporting convergent validity of the QbTest factors. First of all, there was a significant positive correlation between the QbTest factor Hyperactivity and teacher ratings of hyperactive behavior ($r = .27^{**}$, $p < .01$) on the Conners' *DSM-Hyperactivity/Impulsivity* subscale. Thus, the more motor activity was measured by the QbTest, the more children were rated as being hyperactive-impulsive in classroom situations by their teachers. Moreover, the QbTest factor Impulsivity was significantly correlated with low RT in the KITAP ($r = -.42^{*}$, $p < .05$). Children who tended to react faster on the KITAP also scored high on the Impulsivity factor in the QbTest. Finally, as expected, the QbTest factor Inattention showed a significant negative correlation with IQ ($r = -.27^{*}$, $p < .05$), meaning that children with higher IQ scores have lower scores on the QbTest Inattention factor. Despite those convergent correlations, however, there were no other significant correlations between KITAP variables and QbTest factors. Also, QbTest factors did not sig-

nificantly correlate with Conners' parent ratings of inattentive or hyperactive/impulsive behavior.

Concerning discriminant validity, no significant correlations between QbTest factors Hyperactivity and Impulsivity and WISC-IV results were found that can be interpreted as an indicator of discriminant validity for those factors. Furthermore, as expected, Conners' parent and teacher ratings of Peer Relations showed no significant correlation with any of the three QbTest factors.

Discussion

The QbTest is a behavioral assessment tool in ADHD. We explored the factor structure of the QbTest children's version (6-12) in a large sample of German children referred for assessment of ADHD. An exploratory principal factor analysis yielded a three-factorial model that explained 76% of the total variance in the data. Validity analyses in a second sample of German ADHD children revealed mixed findings regarding the convergent and divergent validity of the established QbTest factors. Although the Hyperactivity factor was significantly correlated with teacher ratings of hyperactive behavior, the other two QbTest factors showed less overlap with rating measures as well as with another laboratory test for attention assessment. Since other CPTs do not separately assess the participant's motor activity, the three emerging factors and initial evidence of their concurrent validity constitute a major advantage of the QbTest. Given that validity results are heterogeneous though, further studies exploring psychometric quality and clinical utility of the QbTest are needed.

The factor structure in the presented study shows that there is one factor explaining a large amount of variance and two more factors each explaining additional unique parts of variance. From this finding, we can conclude that a participant's performance on the QbTest cannot be sufficiently described by one overall measure of performance, but instead all three factor scores must be considered. While the first factor, Hyperactivity, contained the five motor activity variables, including Time Active, Distance, Area, Microevents, and Motion Simplicity, the second factor, Inattention, consisted of the three variables Omission Errors, RT, and RT Variation, which have been frequently linked with inattention in other studies (McGee et al., 2000; Nichols & Waschbusch, 2004). The third factor, Impulsivity, contained the three variables Commission Errors, Multiresponse, and Anticipatory, which clearly show conceptual coherence with behavioral impulsivity. Particularly, commission errors have been used as an indicator for impulsivity in many studies applying CPTs (Egeland & Kovalik-Gran, 2010a, 2010b; McGee et al., 2000; Nichols & Waschbusch, 2004; Willcutt et al., 2005). Hyperactivity was the factor explaining the largest amount of variance in this sample. Apparently, the five motor activity variables

Table 3. Means (and SDs) for the Three QbTest Factor Scales by Gender and Age

Gender	Age	Hyperactivity	Inattention	Impulsivity	n
Males	6	0.88 (1.14)	1.19 (0.93)	0.42 (1.16)	83
Females		0.60 (0.87)	1.13 (0.91)	-0.13 (0.83)	27
Males	7	0.52 (0.95)	0.50 (0.79)	0.42 (1.21)	100
Females		0.28 (1.10)	0.64 (0.85)	-0.31 (0.75)	46
Males	8	0.05 (0.87)	-0.05 (0.81)	-0.04 (0.83)	112
Females		-0.23 (0.68)	0.18 (0.73)	-0.23 (0.82)	41
Males	9	-0.02 (0.96)	-0.25 (0.82)	0.11 (1.17)	113
Females		-0.46 (0.71)	-0.17 (0.67)	-0.36 (0.82)	59
Males	10	-0.45 (0.77)	-0.57 (0.78)	-0.10 (0.77)	98
Females		-0.55 (0.73)	-0.54 (0.69)	-0.47 (0.71)	42
Males	11	-0.46 (0.78)	-0.85 (0.62)	0.02 (0.98)	82
Females		-0.66 (0.78)	-0.89 (0.49)	-0.35 (0.79)	25
Males	Total	0.08 (1.02)	-0.02 (1.02)	0.13 (1.05)	588
Females		-0.20 (0.91)	0.05 (0.94)	-0.32 (0.79)	240

Table 4. Multitrait–Multimethod (MTMM) Matrix for Sample II

Method	Trait/variable	QbTest factors			Conners' Parent Rating Scale			Conners' Teacher Rating Scale			KITAP		WISC–IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
QbTest factors	1 Hyperactivity	1 ^a												
	2 Inattention	.38***	1 ^a											
	3 Impulsivity	.38***	.22**	1 ^a										
Conners' Parent Rating Scale	4 DSM–Scale Inattention	-.06 ^b	-.02 ^b	-.04 ^b	1 ^b									
	5 DSM–Scale Hyperactive/Impulsive	.09 ^b	.10 ^b	.05 ^b	.44***	1 ^b								
Conners' Teacher Rating Scale	6 Peer Relations	-.05 ^b	-.07 ^b	-.02 ^b	.22**	.32***	1 ^b							
	7 DSM–Scale Inattention	-.04 ^b	.03 ^b	.15 ^b	.47***	.23**	.21**	1 ^b						
	8 DSM–Scale Hyperactive/Impulsive	.27***	.17 ^b	.03 ^b	.03 ^b	.40***	.35***	.39***	1 ^b					
KITAP	9 Peer Relations	-.12 ^b	-.02 ^b	-.06 ^b	.03 ^b	.13 ^b	.39***	.32***	.35***	1 ^b				
	10 Sustained attention/reaction time	.07 ^c	-.20 ^c	-.42**	.26 ^c	-.04 ^c	.05 ^c	-.41**	-.02 ^c	-.06 ^c	1 ^c			
	11 Sustained attention/commission errors	-.04 ^c	-.25 ^c	-.25 ^c	-.17 ^c	-.19 ^c	.10 ^c	.00 ^c	.01 ^c	.22 ^c	.12 ^c	1 ^c		
WISC–IV	12 Sustained attention/omission errors	-.01 ^c	.07 ^c	-.21 ^c	-.21 ^c	.08 ^c	-.06 ^c	-.33 ^c	.06 ^c	-.14 ^c	.19 ^c	.44**	1 ^c	
	13 Total IQ score	-.14 ^d	-.27**	-.13 ^d	.08 ^d	.08 ^d	.02 ^d	.18 ^d	-.10 ^d	.06 ^d	.02 ^d	-.14 ^d	.16 ^d	1 ^d

Note: MTMM = multitrait–multimethod; KITAP = Test of Attentional Performance for Children; WISC–IV = Wechsler Intelligence Scale for Children–Fourth edition; DSM = Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Significant correlations indicating concurrent or discriminant validity are boldface.

^an = 102. ^bn = 94. ^cn = 32. ^dn = 87.

*p < .05 level (two-tailed). **p < .01 level (two-tailed).

that show extremely high factor loadings on Hyperactivity are best described in one single factor due to their high conceptual coherence. Variables constituting the Inattention and Impulsivity factor are more heterogeneous, as also shown in their lower factor loadings. Internal consistency values for all three factors were adequate to excellent. This overall result is satisfactory.

Results from the MTMM analyses yielded mixed findings for convergent and discriminant validity of the established QbTest factors. First of all, the QbTest factor Hyperactivity was significantly correlated with Conners' teacher ratings of hyperactive/impulsive behavior, indicating convergent validity for this factor. There seems to be correspondence between hyperactive behavior as measured

by the QbTest and hyperactive behavior rated by teachers. Since teacher ratings have been shown to be influenced by children's gender, ethnicity, and SES (Bussing et al., 2008), and have low reliability when monitoring symptoms over time (Rabiner et al., 2010), a valid and reliable laboratory measure for hyperactive behavior would be a welcome addition to ADHD assessment methods. Existing laboratory measures of ADHD, including former CPT versions, have limited to no ability to assess unique hyperactivity symptoms. Therefore, the factor structure presented in this study and the accordance of QbTest Hyperactivity and teacher ratings of hyperactive behavior support the combined measurement of CPT performance and motor activity as implemented in the QbTest.

While convergent validity of the established QbTest factors was partially supported by the significant correlation of the Hyperactivity factor with Conners' teacher ratings, no associations were found with Conners' parent ratings of inattentive or hyperactive-impulsive behavior. This result is in line with previous research examining differences in parent versus teacher ability to detect ADHD behaviors, showing teacher ratings to be more accurate (Tripp, Schaughency, & Clarke, 2006).

Furthermore, the Inattention factor showed a significant negative correlation with IQ meaning that children with higher IQ results had lower inattention values. Since attention is the basic behavior necessary to perform well on almost any kind of cognitive test, this result was expected. The result is interesting because it raises the question whether highly inattentive children (i.e., score high on the Inattention factor) may be underestimated by intelligence testing. Moreover, it brings up the question whether children with a higher IQ might be able to compensate deficits on CPTs. Future studies should examine whether these children often end up as "false negatives," meaning they show normal CPT results while they actually do fulfill diagnostic criteria for ADHD. Contrary to our expectations concerning the association with rating scale measures, the QbTest Inattention factor did not show significant correlations with either Conners' parent or teacher ratings of inattentive behavior. Maybe, teachers are better able to detect externalizing behavior (i.e., hyperactivity) that is highly visible in classroom situations than internalizing behavior (i.e., inattention), that normally does not disturb classroom proceedings.

We hypothesized that QbTest factors would be associated with KITAP results indicating convergent validity for the three QbTest factors. Results from the MTMM however showed no significant, positive correlations between QbTest factors and KITAP variables. Perhaps the differing levels of aggregation (factors vs. single variables) influenced the correlations. Since KITAP only reports results on single variable level, it was not possible to explore correlations on factor/trait level.

Results regarding discriminant validity were promising since QbTest factors did not significantly correlate with either Conners' parent or teacher ratings of peer problems. Also, as expected, the QbTest factors Impulsivity and Hyperactivity did not correlate with IQ in the WISC-IV.

Overall, results regarding the validity of the established QbTest factors were heterogeneous. Reports of low to non-existent correlations between laboratory measures and behavior rating measures of ADHD symptomatology are not unusual. Previous studies examining the relationship of CPTs and behavior ratings for ADHD have repeatedly failed to find significant intercorrelations for parent as well as teacher ratings (DuPaul, 1991; Edwards et al., 2007). Among other investigators, Barkley (1991) has challenged the ecological validity of laboratory measures of ADHD symptoms primarily because of the low to moderate correlations CPT measures have been shown to have with ratings of behavior problems. Others who have studied activity levels in children engaged in a CPT have stated that the CPT setting in fact imitates a classroom situation in which children are for most of the time required to remain seated and to engage in a given task (Reichenbach, Halperin, Sharma, & Newcorn, 1992; Teicher et al., 1996). It has been speculated that one reason for those inconsistent findings might be low correspondence between ratings of behavior and constructs measured by CPTs (Edwards et al., 2007). Behavior ratings on one hand can be seen as an impression that is based on the accumulation of behavior in a certain period of time that occurs in real-life situations (i.e., classroom or home). CPTs on the other hand explore and report behavior in a very specific moment in a laboratory setting. It may be that low correlations repeatedly found for these measures can be explained by the fact that these very different methods simply measure different aspects of behavior. We would expect similar measures like two different CPT versions to show significant, positive correlations then. However, as described above, results from the MTMM showed no significant, positive correlations between QbTest factors and KITAP variables.

In a current study that is in preparation, the predictive value of the QbTest together with the other variables in this study (i.e., Conners' Rating Scales, KITAP, IQ Scores) will be examined in a set of ADHD patients and healthy matched controls to further evaluate the diagnostic utility of the QbTest.

Additional results of this study are in accordance with key findings of the ADHD literature. First, as expected, gender significantly influenced ADHD symptom severity in Sample I. Moderating effects of gender on ADHD symptomatology have been repeatedly reported in the literature. Girls are more likely to be inattentive and show more internalizing problems but less disruptive behavior compared with boys and are therefore at risk of being under-identified (Berry, Shaywitz, & Shaywitz, 1985; Gershon, 2002). In addition, in a meta-analytic review, Hasson and Fine (2012)

found gender to be a significant moderating factor when using CPTs for ADHD assessment with gender effects being more pronounced for impulsivity than for inattention. We replicated those findings from Hasson and Fine (2012), as in our study, gender effects were also most evident for the Hyperactivity and the Impulsiveness subscales and less so for the Inattention subscale. Behavioral assessment measures with separate norms for boys and girls may be an option to reduce gender bias in the diagnostic process.

Second, consistent with the literature (Brocki et al., 2008), age also affected ADHD symptom scores measured with the QbTest. Across all three subscales, QbTest scores decreased with age, highlighting the necessity of age-specific norms as provided by the QbTest.

While assessment of the factorial structure and its concurrent and discriminant validity is an essential first step in evaluating the overall validity of the QbTest, several further issues need to be addressed before the test can be regarded as a well-validated screening and/or diagnostic tool for childhood ADHD. In particular, further research needs to clarify whether the test adequately distinguishes between children with and without ADHD and between children with ADHD and other disorders such as anxiety, depression, and autism spectrum disorder. This is particularly important given the high comorbidity rates between ADHD and these disorders (APA, 2000). Also, it would be desirable for future studies to compare different ADHD subtypes with regard to their QbTest factor scores. As ADHD children constitute a highly heterogeneous group, a significant task for future research is to match different CPT versions with different ADHD subtypes. Altogether the factor-analytic and correlational results presented in this study may indicate that the QbTest is particularly fit to assess children from the predominantly hyperactive as well as the combined hyperactive/impulsive subtype. This will have to be further explored in subsequent psychometric studies on the QbTest. Finally, although some research on QbTest's sensitivity to detect treatment effects is available (Vogt & Williams, 2011; Wehmeier et al., 2011; Wehmeier et al., 2012), further research regarding this topic is needed.

Limitations

Although the results presented in this study show initial evidence for the utility of the QbTest, some important limitations have to be considered. First, the sample used for factor analyses in this study lacks cases in the 12-year-old category, resulting in an age range that did not include all age groups the QbTest is targeting at. Moreover, since the sample analyzed here consisted of a convenience sample of children referred for ADHD assessment, the sample included children with a wide range of severity of ADHD symptoms. Also, information on the existing comorbidity as well as the ADHD subtype was not available for analysis.

Second, several variables in our factor analysis showed high loadings on more than one factor. The variable Omission Errors for instance loaded high on Inattention but also significantly on Hyperactivity. This variable does not seem to differentiate well between the two different symptom clusters. The variable Multiresponse also had a low communality value and showed moderate loadings on all three factors with the highest loading on Impulsivity. Although the question arises whether these two variables should be removed from the test, the variable Omission Errors is conceptually important and has been consistently interpreted as a measure of inattention in previous CPT research (Halperin, Wolf, Greenblatt, & Young, 1991; Nichols & Waschbusch, 2004). Omission errors have been shown to be related to aspects of attention but significantly less to hyperactive/impulsive behavior and thus comprise differential information (Egeland & Kovalik-Gran, 2010b). We therefore believe that the variable Omission errors should remain in the test, and its classification within the Inattention factor is justifiable. The low factor loadings of Multiresponse can be explained by limited variance of this variable. Since only the most impulsive children press more than one time to a given stimulus, this leads to a restriction of variance and thus low factor loadings. Despite those mathematical issues, the variable Multiresponse could be of clinical use to identify extreme cases of impulsivity and should therefore remain in the test as well.

Finally, a diagnosis is always made by a clinician who must interpret and integrate different diagnostic results. Therefore it is important to note that as far as construction and implementation of rigorously designed and reliable tests can help us avoid subjective biases in the diagnostic process, the role of subjective interpretation of test results must be considered.

Conclusion

The QbTest is a behavioral assessment tool for ADHD that is increasingly being used in research and clinical settings across many different Western countries. This study is the first to examine the factorial structure and validity of the QbTest. Overall, the results show that the single QbTest variables meaningfully group together and that there is initial evidence for concurrent validity of each of the three emerging factors. However, low correlations with the Conners' Parent Rating Scales and another laboratory test for attention assessment point to the need for extended research on the psychometric quality of the QbTest. Also additional research needs to further clarify the underlying constructs captured by CPTs in general and whether QbTest may be particularly beneficial in the behavioral assessment of the predominantly hyperactive as well as the hyperactive/impulsive ADHD subtype.

Acknowledgment

We thank all children and their parents for participation. We also thank the anonymous reviewer for helpful and constructive comments on our manuscript.

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Note

1. We will refer to the QbTest version for children aged 6 to 12 throughout the article.
2. The QbTest has been approved by the Food and Drug Administration (FDA) in 2012.

References

- American Academy of Child & Adolescent Psychiatry. (2007). Practice parameter for the assessment and treatment of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 46, 894-921.
- American Academy of Pediatrics. (2000). Clinical practice guideline: Diagnosis and evaluation of the child with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, 105, 1158-1170.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed., text rev.). Washington, DC: Author.
- Ballard, J. C. (1996). Computerized assessment of sustained attention: A review of factors affecting vigilance performance. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 18, 843-863.
- Barkley, R. A. (1991). The ecological validity of laboratory and analogue assessment methods of ADHD symptoms. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 19, 149-178.
- Berry, C. A., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (1985). Girls with attention deficit disorder: A silent minority? A report on behavioral and cognitive characteristics. *Pediatrics*, 76, 801-809.
- Brocki, K. C., Tillman, C. M., & Bohlin, G. (2008). CPT performance, motor activity, and continuous relations to ADHD symptom domains: A developmental study. *European Journal of Developmental Psychology*, 7, 178-197.
- Bühner, M. (2006). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* [An Introduction to Test- and Questionnaire Construction] (2nd ed.). München, Germany: Pearson Studium.
- Bussing, R., Fernandez, M., Harwood, M., Wei, H., Garvan, C. W., Eyberg, S. M., & Swanson, J. M. (2008). Parent and teacher SNAP-IV ratings of attention deficit hyperactivity disorder symptoms. *Assessment*, 15, 317-328.
- Chen, W., & Taylor, E. A. (2006). Parental account of children's symptoms (PACS), ADHD phenotypes and its application to molecular genetic studies. In R. D. Oades (Ed.) *Attention-deficit/hyperactivity disorder and hyperkinetic syndrome: current ideas and ways forward* (pp. 3-20). Hauppauge, NY: Nova Science Publisher.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York, NY: Academic Press.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power and analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A first course in factor analysis* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Conners, C. K. (2008). *Conners 3rd edition: Manual*. Toronto, Ontario, Canada: Multi-Health Systems.
- Corkum, P. V., & Siegel, L. S. (1993). Is the continuous performance task a valuable research tool for use with children with attention-deficit-hyperactivity disorder? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34, 1217-1239.
- Delmo, C., Weiffenbach, O., Gabriel, M., Stadler, C., & Poustka, F. (2001). *Übersetzung und Adaptation des Kiddie-Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia-Present and Lifetime (K-SADS-PL)*. Retrieved from http://www.adhs-legasthenie.de/PDF/K-SADS_Fragebogen.pdf (Original work published 2000)
- DuPaul, G. J. (1991). Parent and teacher ratings of ADHD symptoms: Psychometric properties in a community-based sample. *Journal of Clinical Child Psychology*, 20, 245-253.
- Edwards, M., Gardner, E., Chelonis, J., Schulz, E., Flake, R., & Diaz, P. (2007). Estimates of the validity and utility of the Conners' Continuous Performance Test in the assessment of inattentive and/or hyperactive-impulsive behaviors in children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 35, 393-404.
- Egeland, J., & Kovalik-Gran, I. (2010a). Validity of the factor structure of Conners'™ CPT. *Journal of Attention Disorders*, 13, 347-357.
- Egeland, J., & Kovalik-Gran, I. (2010b). Measuring several aspects of attention in One Test. *Journal of Attention Disorders*, 13, 339-346.
- Epstein, J. N., Erkanli, A., Conners, C. K., Klaric, J., Costello, J. E., & Angold, A. (2003). Relations between Continuous Performance Test Performance Measures and ADHD behaviors. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 31, 543-554.
- Forbes, G. B. (1998). Clinical utility of the test of variables of attention (TOVA) in the diagnosis of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychology*, 54, 461-476.
- Gershon, J. (2002). A meta-analytic review of gender differences in ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 5, 143-154.
- Gualtieri, C. T., & Johnson, L. G. (2005). ADHD: Is objective diagnosis possible? *Psychiatry (Edgmont)*, 2, 44-53.
- Günther, T. (2012). *Questionnaires versus computer-based assessments to examine attentional processes*. Poster presentation during the 3rd UK Paediatric Neuropsychology Symposium: Early Brain-Behaviour Relationships & Prognostic Indicators, London, UK.

- Halperin, J. M., Newcorn, J. H., Sharma, V., Healey, J. M., Wolf, L. E., Pascualvaca, D. M., & Schwartz, S. (1990). Inattentive and noninattentive ADHD children: Do they constitute a unitary group? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 18, 437-449.
- Halperin, J. M., Wolf, L., Greenblatt, E. R., & Young, G. (1991). Subtype analysis of commission errors on the continuous performance test in children. *Developmental Neuropsychology*, 7, 207-217.
- Hasson, R., & Fine, J. G. (2012). Gender differences among children with ADHD on Continuous Performance Tests. *Journal of Attention Disorders*, 16, 190-198.
- Kaiser, H. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-36.
- McGee, R. A., Clark, S. E., & Symons, D. K. (2000). Does the Conners' Continuous Performance Test Aid in ADHD Diagnosis? *Journal of Abnormal Child Psychology*, 28, 415-424.
- Nichols, S. L., & Waschbusch, D. A. (2004). A review of the validity of laboratory cognitive tasks used to assess symptoms of ADHD. *Child Psychiatry & Human Development*, 34, 297-315.
- Oades, R. D., Dauvermann, M. R., Schimmelmann, B. G., Schwarz, M. J., & Myint, A. M. (2010). Attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) and glial integrity: S100B, cytokines and kynurenine metabolism—Effects of medication. *Behavioral and Brain Functions*, 6, 29.
- O'Brien, J. D., Halperin, J. M., Newcorn, J. H., Sharma, V., Wolf, L., & Morganstein, A. (1992). Psychometric differentiation of conduct disorder and attention deficit disorder with hyperactivity. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 13, 274-277.
- Petermann, F., & Wechsler, D. (2011). *Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-IV)* (4th ed., German Version). Frankfurt/M, Germany: Pearson.
- Polanczyk, G., de Lima, M. S., Horta, B. L., Biederman, J., & Rohde, L. A. (2007). The worldwide prevalence of ADHD: A systematic review and meta-regression analysis. *American Journal of Psychiatry*, 164, 942-948.
- Rabiner, D. L., Murray, D. W., Rosen, L., Hardy, K., Skinner, A., & Underwood, M. (2010). Instability in teacher ratings of children's inattentive symptoms: Implications for the assessment of ADHD. *Journal of Development & Behavioral Pediatrics*, 31, 175-180.
- Reichenbach, L. C., Halperin, J. M., Sharma, V., & Newcorn, J. H. (1992). Children's motor activity: Reliability and relationship to attention and behavior. *Developmental Neuropsychology*, 8, 87-97.
- Riccio, C. A., Waldrop, J. J., Reynolds, C. R., & Lowe, P. (2001). Effects of stimulants on the continuous performance test (CPT): Implications for CPT use and interpretation. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 13, 326-335.
- Sattler, J. M. (1992). *Assessment of children: behavioral and clinical applications*. San Diego, CA: Sattler Publisher.
- Scholtens, S., Diamantopoulou, S., Tillman, C. M., & Rydell, A.-M. (2011). Effects of symptoms of ADHD, ODD, and cognitive functioning on social acceptance and the positive illusory bias in children. *Journal of Attention Disorders*. Advance online publication.
- Stein, D. S., Blum, N. J., & Barbaresi, W. J. (2011). Developmental and behavioral disorders through the life span. *Pediatrics*, 128, 364-373.
- Taylor, E., Döpfner, M., Sergeant, J., Asherson, P., Banaschewski, T., Buitelaar, J., & Zuddas, A. (2004). European clinical guidelines for hyperkinetic disorder—First upgrade. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13, i7-i30.
- Teicher, M. H., Ito, Y., Glod, C. A., & Barber, N. I. (1996). Objective measurement of hyperactivity and attentional problems in ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 35, 334-342.
- Tripp, G., Schaughency, E. A., & Clarke, B. (2006). Parent and Teacher Rating Scales in the evaluation of attention-deficit hyperactivity disorder: Contribution to diagnosis and differential diagnosis in clinically referred children. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 27, 209-218.
- Ulberstad, F. (2012). *QbTest Technical Manual* (rev. ed.). Stockholm, Sweden: Qbtech AB.
- Vogt, C., & Williams, T. (2011). Early identification of stimulant treatment responders, partial responders and non-responders using objective measures in children and adolescents with hyperkinetic disorder. *Child and Adolescent Mental Health*, 16, 144-149.
- Wehmeier, P. M., Dittmann, R. W., Banaschewski, T., & Schacht, A. (2012). Does stimulant pretreatment modify atomoxetine effects on core symptoms of ADHD in children assessed by quantitative measurement technology? *Journal of Attention Disorders*. Advance online publication.
- Wehmeier, P. M., Schacht, A., Wolff, C., Otto, W. R., Dittmann, R. W., & Banaschewski, T. (2011). Neuropsychological outcomes across the day in children with attention-deficit/hyperactivity disorder treated with atomoxetine: Results from a placebo-controlled study using a computer-based Continuous Performance Test combined with an infra-red motion-tracking device. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 21, 433-444.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57, 1336-1346.
- Zimmermann, P., Gondan, M., & Fimm, B. (2002). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder (KITAP)* [Test of Attentional Performance for Children]. Herzogenrath, Germany: Psytest.

Bios

Verena Reh is a clinical psychologist (Dipl. -Psych.) and PhD student whose main research interests are behavioral assessment

methods for ADHD and new psychological treatment options for childhood ADHD and comorbid disorders.

Martin Schmidt is a psychologist (Dipl. -Psych.) and PhD student whose main research interests are assessment methods for ADHD in childhood and in adulthood, and new psychological treatment methods for children, adolescents, and adults with diagnosis of ADHD.

Le Lam, MD, is a child and adolescent psychiatrist, psychotherapist, pediatrician, former clinical and research assistant in child and adolescent psychiatry at University of Marburg, clinical and psychological assessment, and treatment of ADHD and comorbid disorders.

Benno G. Schimmelmann is an assistant professor of child and adolescent psychiatry at the University of Bern, chief physician and head of research at the University Hospital of Child and Adolescent Psychiatry in Bern. His main research interests are ADHD, juvenile psychoses, and early detection of psychosis.

Johannes Hebebrand, MD, is a professor of child and adolescent psychiatry and psychotherapy, director of the Department of Child and Adolescent Psychiatry and Psychotherapy, University of Duisburg-Essen, and president of the German Society of Child and Adolescent Psychiatry, Psychosomatics, and Psychotherapy.

Winfried Rief, PhD, is a professor of clinical psychology and psychotherapy (chair) at University of Marburg, head of the outpatient clinic for psychological interventions, and head of the postgraduate training program in cognitive-behavior therapy at University of Marburg, Germany.

Hanna Christiansen, PhD, is a clinical child and adolescent psychologist whose main research interests are neuropsychology and treatment of ADHD, children of mentally ill parents, and prevention of mental disorders.

C. Manuskript 3**Title**

Preliminary Evidence for altered Motion Tracking based Hyperactivity in ADHD Siblings

Authors

Reh, V. ¹, Dipl.-Psych.

Schmidt, M. ¹, Dipl.-Psych.

Rief, W. ¹, PhD

Christiansen, H. ², PhD

¹ Department of Psychology, University of Marburg, Germany

² Department of Child and Adolescent Psychology, University of Marburg, Germany

Corresponding Author: Verena Reh

Department of Psychology

Gutenbergstr. 18

35032 Marburg

Germany

verena.reh@staff.uni-marburg.de

+49-6421-2823823

Abstract

Background: It is well established that ADHD children have deficits in executive functions such as performance variability and sustained attention. These deficits have been suggested as intermediate phenotypes. Hyperactivity, a core symptom of ADHD, has not yet been explored as a potential intermediate phenotype in ADHD. The computerized Quantified behavior Test (QbTest) is a combined continuous performance and activity test separately assessing hyperactivity, inattention and impulsivity. The aim of the present study was to a) investigate the utility of objectively measured motor activity as a potential intermediate phenotype in ADHD and b) explore intermediate phenotypes for ADHD on factor instead of single variable level. **Method:** 45 ADHD children, 22 non-affected siblings and 45 unrelated controls with no family history of ADHD performed the QbTest. Effects of familiarity as well as influences of age and gender on QbTest symptom dimensions were tested. **Results:** ADHD children showed the highest impairment on all three QbTest factors, followed by their non-affected siblings, with control children showing the lowest values across groups. Group differences for the non-affected siblings and controls were only significant for the motion tracking based Hyperactivity factor. Results were independent of age and gender. **Conclusion:** Hyperactivity assessed by a motion tracking system may be a useful intermediate phenotype in ADHD. Prospective research should use larger samples to further examine the QbTest factors, especially the motion tracking based Hyperactivity factor as a candidate for an intermediate phenotype in ADHD.

Keywords: Attention-Deficit/hyperactivity disorder, ADHD, intermediate phenotype, hyperactivity, Quantified behavior Test, QbTest.

Introduction

Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) is characterized by the symptom triad of age inadequate levels of hyperactive, inattentive and impulsive behavior that lead to severe impairment [26]. ADHD is present in up to 5 % of school-aged children independent of cultural background [16, 23, 31]. It is well established that there is a strong genetic base for the disorder and heritability estimates suggest that over 70 % of the phenotypic variability in ADHD is due to genetic factors [15]. However, the complex etiological pathways from polygenetic origin over gene-environment interactions to the heterogeneous phenotype of ADHD are still not well understood [4].

To unravel complex etiologies of psychiatric disorders intermediate phenotypes have proven essentially helpful [18]. Intermediate phenotypes are quantifiable heritable constructs that express an individual's liability to develop or manifest a given disease [1, 8]. They can be studied at different levels including the neurophysiological, neuroanatomical and neuropsychological level. According to this concept, intermediate phenotypes are risk factors that are thought to be situated somewhere on the continuum of the genes underlying the disorder to diagnostic categories describing the manifest symptoms (phenotype). Identification of intermediate phenotypes can provide a method of reducing heterogeneity on the symptom level and could help clarify classification and diagnosis of ADHD. Moreover, intermediate phenotypes can help characterize early predictors of persistence that in turn could lead to more refined treatment and primary prevention strategies of ADHD [13, 20]. Finally, intermediate phenotypes provide quantifiable measures that can advance genetic analysis of the disorder [6, 18].

Several key criteria have been proposed for intermediate phenotypes (i.e. endophenotypes) in ADHD including 1) a robust association with the disorder, 2) evidence of heritability, and 3) unaffected family members of affected individuals showing a higher rate of intermediate phenotype expression than individuals from the general population [1, 13]. Additionally, the

importance of quantitative instead of dichotomized intermediate phenotype measures as well as reliability and stability over time have been emphasized [13].

To date, research on neuropsychological intermediate phenotypes for ADHD has primarily focused on executive dysfunctions (ED) such as sustained attention, response control and performance variability. There is a large amount of evidence for ED in ADHD children like reduced inhibitory control and sustained attention [25]. Especially reaction-time (RT) variability and accuracy parameters like omission and commission errors have been identified as useful neuropsychological intermediate phenotypes for ADHD [3, 13, 28]. Accordingly, Go/No-Go tasks, commonly used to assess ED [22], but also actigraph measurement, a direct recording of an individual's body movements [32], have been pointed out as useful measurement techniques to explore intermediate phenotypes for ADHD, though motion tracking based hyperactivity has not yet been investigated as a potential intermediate phenotype.

Increased motor activity is a core feature of ADHD and predicts (beyond the age of four) a diagnosis of ADHD at age nine [7]. Objectively measured activity in ADHD has a decisive prognostic value [20], shows significant heritability estimates [32], and has been pointed out as an important source of information for studies that aim to improve ADHD phenotype definition [27]. In spite of this, current models of ADHD often leave the role of hyperactivity unattended. This has been criticized since hyperactive symptoms are clinically most relevant as they are associated with a wide range of severe negative outcomes [5, 26]. Moreover, hyperactivity seems to be the only empirically documented symptom that uniquely distinguishes children diagnosed with ADHD from those diagnosed with other childhood disorders [19].

The QbTest [29] is a combined Go/No-Go and activity test that objectively assesses the three ADHD core symptoms. Single parameters such as RT variability, one of the identified intermediate phenotypes (see above) are available as well as factor scores that correspond

well with the core symptoms [24]. This meets one important recommendation of how to refine future research on ADHD intermediate phenotypes, since the use of factor scores increases statistical power by aggregating data and reducing error variance [14].

The aggregation of data by using factor scores has already been shown to be a highly effective strategy in neurogenetic research [30], and in clinical research concerning familial neuropsychological deficits in schizophrenia [21].

The present study investigates the three technically assessed QbTest factor scores Inattention, Hyperactivity, and Impulsivity [24] as potential markers to improve phenotype definition. To our knowledge, this study is the first to investigate whether objectively measured hyperactivity may constitute a suitable marker for ADHD. Previous studies concerning objectively measured activity levels have yielded a genetic base for hyperactive behavior [32] and additionally show that objectively measured hyperactivity variables are stable over time regardless of diagnostic status [20], making them an ideal candidate for research addressing intermediate phenotypes. Moreover, research has identified single variables like RT variability and omission and commission errors as useful neuropsychological intermediate phenotypes in ADHD [3, 14, 28], though these variables have not been studied on a factor level yet. To gain information on whether QbTest factors are suitable risk markers for future studies, we compare QbTest results of ADHD children, their non-affected siblings and a healthy matched control group. We expect (1) children with ADHD to significantly differ from control children across all three QbTest factors (i.e. with ADHD children showing higher impairment than controls) indicating an association between QbTest factor results and ADHD. (2) We expect a similar pattern for non-affected siblings who should show intermediate impairment (i.e. between ADHD and healthy control children), and (3) significantly larger impairments than controls. Finally, we test whether (4) group differences are independent of age and gender effects.

Method

Sample

All participants were recruited in the context of a therapy study on ADHD at the department of clinical psychology and psychotherapy, Philipps University Marburg, Germany [for details on this study see: 9]. Families with a child suspected to have ADHD or parents of children, who had already been pre-diagnosed by a local pediatrician, registered their child at the outpatient clinic of the department. Healthy control children were recruited from a local elementary school. Control group children were required to have no formal or suspected ADHD diagnosis and no family history of ADHD. All children had to be 7-16 years of age at the time of entry into the study. Exclusion criteria included autism, IQ below 80, brain disorders and any genetic disorder that mimics ADHD. Ethical approval for this study was obtained from the local ethical review board. All parents and children gave written and verbal informed consent.

In total, 112 children aged 7-16 years (mean age: 9.8 years, SD: 2.1 years; males: 60.7%) were included in the study. The sample consisted of 45 ADHD children, 22 non-affected siblings and 45 healthy controls (see Table 1).

In the ADHD group, 91 % of the children had a diagnosis of the combined subtype according to the *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* [DSM-IV, American Psychiatric Association; 2], while 9 % fulfilled the criteria for the predominantly inattentive subtype and none of the children had the predominantly hyperactive/impulsive subtype. Comorbidity rates in the ADHD group were high with 46 % of children having at least one comorbid disorder. 29 % were diagnosed with Oppositional Defiant Disorder (ODD), 9 % with Enuresis Nocturna, 7 % with anxiety disorders and 3 % with tic disorders.

The ADHD group significantly differed from the non-affected siblings group and the healthy control group with respect to gender ($\chi^2_{(2)} = 10.5, p = .005$). In the ADHD group 78 % of the children were male, while only 59 % (non-affected siblings) and 44 % (healthy controls) were

male. Also, the non-affected sibling group differed from the other two groups ($\chi^2_{(2)} = 50.3, p < .01$), as siblings tended to be somewhat older than the ADHD and the control children. We therefore used age and gender adjusted QbTest values (Q-values) to calculate the QbTest factor scores, and also included both variables as covariates.

Please insert Table 1 about here

Procedure and Materials

ADHD children and their sibling were assessed by experienced and well trained staff at the department of psychology. Children were motivated with small breaks between tasks and a game at the end of the testing session. Children who were diagnosed with ADHD were offered to participate in a current therapy study [9]. Assessment of control children was performed in a similar way. All control children received a cinema gift coupon (10 € value) for participation.

Parents and teachers of all children were asked to fill out the German version of the Conners' 3rd rating scales [11]. Parent and teacher ratings of > 63 (T-scores) on the total symptom subscale are regarded as clinically relevant. A biographical parent questionnaire covering demographic characteristics, family history of psychological or psychiatric disorders and information on child development was filled out for all children. Furthermore, a semi-structured, standardized clinical interview [Kiddie-SADS; German version; 12] was conducted for all ADHD children. The Kiddie-SADS covers all psychological/psychiatric disorders according to DSM-IV, and if symptom areas were screened positive, the long version of the interview was performed. The Kiddie-SADS was not administered to non-affected siblings or normal controls; those were regarded as non-affected if they scored lower than $T \leq 63$ on either the Conners' parent or teacher rating scale and if no history of behavior problems was reported in the biographical parent questionnaire.

The neuropsychological QbTest was administered to all participating children. Children in the ADHD group that were on stimulant medication were required to be off medication at least 48 hours before testing. The QbTest is a combined continuous performance (CPT) and activity test [29], that assesses the three core symptoms of ADHD in one test. In general, the three QbTest factors – Hyperactivity, Inattention, and Impulsivity – show adequate construct and discriminant validity [24]. QbTech[®] provides two different test versions; a version for children aged 6-12 years, and an adult version for subjects aged 13-60 years. For both test versions separate norms for male and female participants, as well as age-groups per year (children's version)/per decade (adult version) are available. According to the test manual [29] the children's test version is based on normative data of $n = 576$ children, including $n = 262$ males and $n = 314$ females. For the adult QbTest version normative data is based on a total of $n = 731$ adults, including $n = 360$ males and $n = 371$ females.

Statistical analysis

All analyses were conducted using the statistical package SPSS 19.0. Prior to analyses, all variables were examined for accuracy of data entry and missing values, with no missing values being found. The Kolmogorov-Smirnov test did not reach significance for any of the three factors used as dependent variables in the multivariate analyses, thus normal distribution of the data can be assumed.

To control classification and separability of the three groups we calculated a t-test for each group to test whether group means significantly differed from our cut-off score in the Conners' Parent questionnaire ($T = 63$; percentile = 90.3).

The three QbTest factors were computed according to factor analytic results [24]. Age and gender normed Q-values (similar to z-values) were used to calculate the factor scores (see Table 2). To test group differences, a Multivariate ANOVA (MANOVA) was performed with the QbTest factor scores as the dependent variables, and the between subject factor group

(ADHD, non-affected siblings, healthy controls). Trends are reported as $p < .08$ and significance as $p < .05$. Pair-wise comparisons were calculated to further explore between group differences and to confirm the locus of effect. Effect sizes (η_p^2) are reported when appropriate and interpreted according to Cohen [10; small: $0.01 \geq \eta^2$; medium: $0.06 \geq \eta^2$; and large: $\eta^2 \geq 0.14$ effects]. For pair-wise comparisons we used the post-hoc Scheffé test, because it is most strict when sample sizes across groups vary. Additionally, non-parametric statistics (overall Kruskal-Wallis-Test for independent samples and post-hoc Mann-Whitney U-tests) were performed in order to test intergroup differences and thereby control multivariate test results. For non-parametric tests r is reported as the effect size and is interpreted as 0.1 = small, 0.3 = medium and 0.5 = large [17].

Even though effects of age and gender should be of minor influence because of the usage of age and gender normed Q-values to calculate the factor scores, we still performed a MANCOVA with the QbTest factor scores as the dependent variables, the between subject factor group (ADHD, non-affected siblings, healthy controls), and age and gender as covariates.

Finally, to further explore effects of familiarity, we conducted trend analyses across the three groups to test whether non-affected siblings take an intermediate position between ADHD children and healthy controls. A linear trend in the absence of a residual quadratic trend would index familiarity of the given construct. A residual quadratic trend would indicate that the non-affected siblings were either more similar to the ADHD group or to the controls [28].

Results

Group differences of the Hyperactivity, Impulsivity and Inattention QbTest factor scores

The ADHD group scored significantly higher than 63 on the Conners' Parent ADHD index (Mean = 70.0; SD = 7.3; $p < .001$). The siblings group (Mean = 56.2; SD = 11.3; $p = .014$),

and the control children (Mean = 51.3; SD = 7.0; $p < .001$) both scored significantly below 63.

The MANOVA performed for the QbTest data showed a significant and large main effect group ($F_{(2/109)} = 7.75$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .177$), indicating that groups differed with respect to their mean hyperactivity, inattention, and behavioral impulsivity scores. Groups significantly differed on all three factors revealing large effect sizes (Inattention: $F_{(2/109)} = 15.47$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .221$; Impulsivity: $F_{(2/109)} = 14.57$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .211$; Hyperactivity: $F_{(2/109)} = 9.94$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .154$; see Table 2). As predicted, ADHD children showed the highest values (highest impairment) on all three symptom dimensions, followed by their non-affected siblings, with control children showing the lowest values across groups. These results were confirmed by the non-parametric analyses (Inattention: $\chi^2_{(2)} = 24.4$, $p < .01$; Impulsivity: $\chi^2_{(2)} = 22.7$, $p < .01$; Hyperactivity: $\chi^2_{(2)} = 16.5$, $p < .01$).

Please insert Table 2 about here

The pair-wise comparisons (post-hoc Scheffé test) confirmed group differences for the ADHD and the control group for all three factors ($p < .01$). This was supported by non-parametric results of the Mann-Whitney-U test and effect sizes ranged from medium to large (Hyperactivity: $U = 521.00$, $p < .01$, $r = -0.42$; Inattention: $U = 433.00$, $p < .01$, $r = -0.49$; Impulsivity: $U = 426.00$, $p < .01$, $r = -0.5$). As expected, ADHD children were significantly more hyperactive than control children while performing the QbTest and also showed more impulsive and inattentive behavior (see Figure 1).

Regarding the Hyperactivity factor, non-affected siblings significantly differed from controls ($p = .039$), while showing an intermediate level of motor activity compared to their ADHD siblings and to healthy controls. This effect was confirmed by non-parametric results with a medium effect size ($U = 313.5$, $p = .015$, $r = -0.3$), and can thus be interpreted as preliminary

evidence for the utility of the Hyperactivity factor as a candidate intermediate phenotype for ADHD. For the Impulsivity factor, group differences for the non-affected siblings group and the healthy control group did not reach significance ($p = .128$). The non-parametric Mann-Whitney-U test revealed a trend towards a significant difference between non-affected siblings and healthy controls regarding behavioral impulsivity ($U = 360.0$, $p = .071$, $r = -0.22$). Furthermore, for the Inattention factor the post-hoc Scheffé test yielded a non significant effect ($p = .962$) for the non-affected sibling and control group, and group means for those two groups were very close as depicted in Figure 1. Group differences for ADHD children and their non-affected siblings were significant ($p < .01$), indicating that non-affected siblings were more similar to the healthy controls than to their biological ADHD siblings with respect to the level of inattention.

Please insert Figure 1 about here

Effects of Age and Gender

The MANCOVA revealed the following results for age and gender. The Hyperactivity factor was not significantly influenced by either age ($F_{(1/107)} = 0.61$, $p = .435$, $\eta_p^2 = .006$) or gender ($F_{(1/107)} = 1.66$, $p = .201$, $\eta_p^2 = .015$) neither were the Inattention (age: $F_{(1/107)} = 1.79$, $p = .184$, $\eta_p^2 = .016$; gender: $F_{(1/107)} = 1.46$, $p = .230$, $\eta_p^2 = .013$), and Impulsivity factors (age: $F_{(1/107)} = 0.48$, $p = .226$, $\eta_p^2 = .014$; gender: $F_{(1/107)} = 0.43$, $p = .514$, $\eta_p^2 = .004$).

Trend analyses

Trend analyses for the Hyperactivity factor revealed a strong linear trend ($F_{(2/109)} = 19.09$, $p < .01$) without a quadratic trend ($F_{(2/109)} = 0.79$, $p = .38$) indicating that, as predicted, the non-affected siblings group showed an intermediate level of motor activity compared to the more hyperactive ADHD, and the less hyperactive healthy control group. Hence, motor activity did

show evidence of familiarity. For the Inattention factor there was a linear trend ($F_{(2/109)} = 26.95, p < .01$), and the quadratic trend also just reached significance ($F_{(2/109)} = 3.98, p = .05$). With respect to inattention levels, the non-affected siblings performed very similar to the control group (see Table 2), and thus the Inattention factor did not show evidence of familiarity. Finally, as assumed for the Impulsivity factor as well, there was a linear trend ($F_{(2/109)} = 29.11, p < .01$), in the absence of a quadratic trend ($F_{(2/109)} = 0.02, p < .88$), indicating the three groups showed the typical intermediate phenotype pattern across behavioral impulsivity levels.

Discussion

The present study was a pilot study to investigate the utility of QbTest factor scores (i.e. technically assessed Hyperactivity, Inattention and Impulsivity) as potential intermediate phenotype markers for ADHD. It is the first study to explore motion tracking based motor activity in ADHS siblings. Moreover, for the first time we examined neuropsychological intermediate phenotypes for ADHD on a factor level instead of single variable level. We hypothesized that ADHD children would show highest impairment of task performance and that their non-affected siblings would show intermediate impairment compared to a control group of children with no family history of ADHD.

Confirming our first hypotheses, children with ADHD showed a substantially larger impairment compared to children from the control group across all three QbTest factors. They were more inattentive, impulsive and showed higher levels of motor activity while performing the QbTest.

The Hyperactivity factor consisted of the following five single QbTest variables: Time Active, Distance, Area, Microevents and Motion Simplicity [24, 29]. ADHD children had significantly higher levels of motor activity on all five single QbTest variables thus showing higher frequencies (as indexed by high percentages of Time Active) and larger amplitudes of

body movements (as indicated by Distance, Area, Microevents and Motion Simplicity) than did controls. These findings are consistent with previous studies incorporating motion tracking based measurement techniques reporting ADHD children to be more active than healthy control children while performing a CPT [20, 27].

The Inattention factor was composed of the three QbTest single variables RT, RT variability and Omission errors. ADHD children reacted more slowly and variably and they also committed more omission errors than did children from the control group. Variables like RT variability and omission errors have repeatedly been shown to be increased in children with ADHD compared to healthy controls [3, 14, 28]. Thus our results are in line with the majority of studies comparing ADHD children and controls with respect to attention variables.

Concerning the Impulsivity factor that consisted of the three single QbTest variables Commission errors, Multiresponse, and Anticipatory response, ADHD children committed more Commission errors (false alarms), and had higher percentages of Multiresponse and Anticipatory responses than did controls. Commission errors have been defined as a measure of deficient response inhibition and have been shown to be substantially elevated in ADHD children compared to controls [25]. This is consistent with our results concerning the Impulsivity factor.

Second, we hypothesized that children from the non-affected sibling group should show intermediate impairment – in between ADHD children and healthy control children – but should significantly differ from controls.

Regarding the motion tracking based Hyperactivity factor we found a strong linear trend across group means. As expected non-affected siblings indeed showed an intermediate level of motor activity in between ADHD children (highest activity scores) and controls (lowest activity scores). Moreover, group differences for the non-affected and the control children were significant. Taken together, the presence of increased motor activity not only in ADHD children, but also in their non-affected siblings indicates that the QbTest factor Hyperactivity

fulfills two important criteria of an intermediate phenotype measure [14]. It co-occurred with the disorder and it was manifest in individuals who carry genes for ADHD, but do not express the disorder itself.

For the Inattention as well as for the Impulsivity factor we did find a linear trend across groups, with ADHD children showing highest, non-affected siblings showing intermediate and control children showing lowest impairment. However, group means of the non-affected siblings and controls did not significantly differ either for the Inattention factor or for the Impulsivity factor. Non-affected siblings performed very similar to children from the control group with respect to the Inattention factor which was supported by a significant quadratic trend. This contrasts other findings stating that RT variability [3], Omission errors [28], and Commission errors [25] are in fact candidates for intermediate phenotypes in ADHD. However, these studies emphasize the relevance of motivational factors especially for RT variability in ADHD. The role of motivational aspects of performance variation was beyond the scope of this paper, though further studies should assess motivational aspects since those might explain our differing results.

Further, we explored whether group differences were independent of effects of age and gender. Results clearly show that none of the three QbTest factors were influenced by age or gender indicating that adjustment by age and gender norms provided by QbTest is successful. Finally, it should be noted, that while intermediate phenotypes in ADHD can be assessed and established on different levels including the neurophysiological, neuroanatomical, and neuropsychological level, all of those lie on a continuum from the genetic underpinnings of the disorder to rather biologically rooted intermediate phenotypes, to neuropsychological variables and factor scores, to the observation of behavior representing the full heterogeneity of the ADHD phenotype. The technically assessed QbTest factor scores are based on the neuropsychological level of the disorder and may represent a marker for ADHD that could in the long run help to improve phenotype definition.

Limitations

The following limitations of this study should be noted. First, as discussed above, groups in our study differed with respect to age and gender distributions. Boys were overrepresented in the ADHD group. Concerning the age distribution, mean age in the siblings group was higher than in the ADHD and in the control group. Analyses controlling age and gender effects did not reveal significant influences though, and the number of boys in the ADHD group reflects the male to female ratio in ADHD [16, 23, 31].

Second, we did not administer the clinical interview to non-affected siblings and controls. Also, for some children in the sibling and in the control group, Conners' Teacher Questionnaires were missing. However, known formal diagnosis of ADHD and other childhood disorders were assessed in the biographical parent questionnaire and participation in the control group was explicitly advertised as seeking children without any ADHD related behavior problems. Nevertheless, five children of the non-affected sibling group and two children of the control group showed elevated Conners' Parent ratings of $T > 63$. As parent ratings of ADHD behavior and QbTest factor scores were significantly correlated (Person Correlation: $.24 < r < .44$), it would be expected that non-affected siblings and controls who do show elevated QbTest scores also have higher scores in behavior ratings of ADHD than children with lower QbTest results. As described above, we controlled classification and separability of the three groups by testing group means against our cut-off score in the Conners' Parent questionnaire ($T = 63$). The ADHD group scored significantly higher than $T = 63$, while the other two groups scored significantly below. Thus, overall groups adequately differed with respect to parent ratings of ADHD related behavior.

Finally, due to relatively small group sizes, the reported results are preliminary and need to be confirmed in larger samples. Future studies should further explore a) the utility of technically

assessed motor activity as an intermediate phenotype in ADHD, and b) the advantage of neuropsychological factor scores instead of single variables.

Conclusions

Establishing risk markers in the field of ADHD is highly desirable as it can be a method of reducing heterogeneity on the symptom level and could thereby help clarify classification and diagnosis of ADHD. The present study is the first one to explore the utility of factor scores from the neuropsychological QbTest as potential intermediate phenotypes for ADHD. ADHD children exhibit the highest impairment on all three factors, followed by their non-affected siblings, with control children showing the lowest values across groups. However non-affected siblings significantly differed from controls only with respect to the motion tracking based Hyperactivity factor. Results were independent of age and gender effects. This yields important preliminary information concerning the utility of motor activity as a new intermediate phenotype for ADHD.

Acknowledgments

We thank all families and children for participation. Also we thank Jennifer Henkel and Melanie Paschert for collecting control group data as part of their thesis. On behalf of all authors, the corresponding author states that there is no conflict of interest.

References

1. Almasry L, Blangero J (2001) Endophenotypes as quantitative risk factors for psychiatric disease: Rationale and study design. *American Journal of Medical Genetics* 105:42-44
2. American Psychiatric Association (1994) Diagnostic and statistical manual of mental disorders. American Psychiatric Press, Washington, DC
3. Andreou P, Neale BM, Chen WAI, Christiansen H, Gabriels I, Heise A, Meidad S, Muller UC, Uebel H, Banaschewski T, Manor I, Oades R, Roeyers H, Rothenberger A, Sham PAK, Steinhausen H-C, Asherson P, Kuntsi J (2007) Reaction time performance in ADHD: improvement under fast-incentive condition and familial effects. *Psychological Medicine* 37:1703-1715
4. Asherson P, Kuntsi J, Taylor E (2005) Unravelling the complexity of attention-deficit hyperactivity disorder: a behavioural genomic approach. *The British Journal of Psychiatry* 187:103-105
5. Barkley RA, Fischer M, Smallish L, Fletcher K (2006) Young Adult Outcome of Hyperactive Children: Adaptive Functioning in Major Life Activities. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 45:192-202
6. Buitelaar J (2005) ADHD: strategies to unravel its genetic architecture. *J Neural Transm Suppl.* 69:1-17
7. Campbell SB, Ewing LJ (1990) Follow-up of Hard-to-Manage Preschoolers: Adjustment at Age 9 and Predictors of Continuing Symptoms. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 31:871-889
8. Castellanos FX, Tannock R (2002) Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nat Rev Neurosci* 3:617-628
9. Christiansen H, Reh V, Schmidt M, Rief W (submitted) Neurofeedback and self-management training in ambulatory care for children with ADHD: study protocol of a randomized controlled trial.
10. Cohen J (1977) Statistical power analysis for the behavioral sciences. Academic Press, New York
11. Conners CK (2008) Conners 3rd edition manual. Multi-Health Systems, Toronto, Ontario, Canada
12. Delmo C, Weiffenbach O, Gabriel M, Stadler C, Poustka F (2000/2001) Übersetzung und Adaptation des Kiddie-Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia-Present and Lifetime (K-SADS-PL). http://www.adhs-legasthenie.de/PDF/K-SADS_Fragebogen.pdf.
13. Doyle AE, Faraone SV, Seidman LJ, Willcutt EG, Nigg JT, Waldman ID, Pennington BF, Peart J, Biederman J (2005) Are endophenotypes based on measures of executive functions useful for molecular genetic studies of ADHD? *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 46:774-803
14. Doyle AE, Willcutt EG, Seidman LJ, Biederman J, Chouinard V-A, Silva J, Faraone SV (2005) Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Endophenotypes. *Biological Psychiatry* 57:1324-1335

15. Faraone SV, Perlis RH, Doyle AE, Smoller JW, Goralnick JJ, Holmgren MA, Sklar P (2005) Molecular Genetics of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry* 57:1313-1323
16. Faraone SV, Sergeant J, Gillberg C, Biederman J (2003) The worldwide prevalence of ADHD: is it an American condition? *World Psychiatry*;2(2)::104-113
17. Field A (2005) *Discovering statistics using SPSS*. SAGE Publications Ltd., London, GB
18. Gottesman II, Gould TD (2003) The Endophenotype Concept in Psychiatry: Etymology and Strategic Intentions. *Am J Psychiatry* 160:636-645
19. Halperin JM, Matier K, Bedi G, Sharma V, Newcorn JH (1992) Specificity of Inattention, Impulsivity, and Hyperactivity to the Diagnosis of Attention-deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 31:190-196
20. Halperin JM, Trampush JW, Miller CJ, Marks DJ, Newcorn JH (2008) Neuropsychological outcome in adolescents/young adults with childhood ADHD: profiles of persisters, remitters and controls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 49:958-966
21. Krabbendam L, Marcelis M, Delespaul P, Jolles J, van Os J (2001) Single or multiple familial cognitive risk factors in schizophrenia? *American Journal of Medical Genetics* 105:183-188
22. Kuntsi J, Andreou P, Ma J, Borger N, van der Meere J (2005) Testing assumptions for endophenotype studies in ADHD: Reliability and validity of tasks in a general population sample. *BMC Psychiatry* 5:40
23. Polanczyk G, de Lima MS, Horta BL, Biederman J, Rohde LA (2007) The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and metaregression analysis. *Am J Psychiatry* 164:942-948
24. Reh V, Schmidt M, Lam L, Schimmelmann BG, Hebebrand J, Rief W, Christiansen H (2013) Behavioral Assessment of Core ADHD Symptoms Using the QbTest. *Journal of Attention Disorders*
25. Slaats-Willemse D, Swaab-Barneveld H, de Sonneville LEO, van der Meulen E, Buitelaar JAN (2003) Deficient Response Inhibition as a Cognitive Endophenotype of ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 42:1242-1248
26. Stein DS, Blum NJ, Barbaresi WJ (2011) *Developmental and Behavioral Disorders Through the Life Span*. *Pediatrics* 128:364-373
27. Teicher MH, Ito Y, Glod CA, Barber NI (1996) Objective Measurement of Hyperactivity and Attentional Problems in ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 35:334-342
28. Uebel H, Albrecht, Asherson P, Börger N, Butler L, Chen W, Christiansen H, Heise A, Kuntsi J, Schäfer U, Andreou P, Manor I, Marco R, Miranda A, Mulligan A, Oades RD, Van Der Meere J, Faraone SV, Rothenberger A, Banaschewski T (2010) Performance variability, impulsivity errors and the impact of incentives as gender-independent endophenotypes for ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 51:210-218
29. Ulberstad F (2012) QbTest technical manual, rev. Ed. Qbtech AB, Stockholm, Sweden

30. Wacker J, Mueller EM, Hennig Jr, Stemmler G (2011) How to consistently link extraversion and intelligence to the catechol-O-methyltransferase (COMT) gene: On defining and measuring psychological phenotypes in neurogenetic research. *Journal of Personality and Social Psychology* 102:427-444
31. Willcutt E (2012) The Prevalence of DSM-IV Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review. *Neurotherapeutics* 9:490-499
32. Wood AC, Saudino KJ, Rogers H, Asherson P, Kuntsi J (2007) Genetic influences on mechanically-assessed activity level in children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 48:695-702

Table 1. Sample characteristics

	Children with ADHD (n = 45)		Non-affected siblings (n = 22)		Controls (n = 45)		ANOVA	
	M	SD	M	SD	M	SD	F _{2,109}	p
Age in years	9.2	1.7	11.2	3.2	8.9	1.2	50.3 ^a	< .001
% male	77.8		59.1		44.4		10.5 ^a	.005
Conners' Parents DSM-IV								
Inattentive	64.1	11.8	57.1	13.4	47.4	7.6	26.8	< .001 ^b
Hyperactive-Impulsive	70.0	9.5	51.0	13.6	52.7	8.8	38.8	< .001 ^c
Total	70.0	7.3	55.6	11.3	51.3	7.0	61.8	< .001 ^c
Conners' Teacher DSM-IV								
Inattentive	63.2	6.1	55.4 ^d	10.0	52.9 ^e	7.7	16.4	< .001 ^c
Hyperactive-Impulsive	61.5	8.6	50.1 ^d	3.5	53.5 ^e	6.9	13.2	< .001 ^c
Total	64.3	7.3	55.4 ^d	8.8	52.4 ^e	7.2	20.8	< .001 ^c

Note. ADHD = Attention-deficit/hyperactivity disorder; DSM-IV = *Diagnostic and Statistical Manual for Mental Disorders* (4th edition).

^a χ^2 .

^b The ADHD and the non-affected siblings group differ significantly from the healthy control group ($p < .05$).

^c The ADHD group differs significantly from the non-affected siblings group and from the healthy control group ($p < .05$).

^d Mean and SD of Conners' teacher ratings only available for 10 of the non-affected siblings.

^e Mean and SD of Conners' teacher ratings only available for 26 of the healthy controls.

Table 2. Group differences in QbTest factor scores and QbTest single variables (T-values)

Measure	ADHD (n = 45)	Siblings (n = 22)	Controls (n = 45)	MANOVA		
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	F _{2,109}	Sig.	η_p^2
QbTest Factors						
(1) Hyperactivity	53.87 (8.5)	51.55 (10.4)	45.28 (9.6)	9.94	<.001**	.154
(2) Inattention	55.78 (8.7)	47.0 (9.5)	46.33 (8.2)	15.47	<.001**	.221
(3) Impulsivity	54.93 (10.5)	49.57 (10.5)	44.86 (5.6)	14.57	<.001**	.211
QbTest variables						
Time Active (1)	52.91 (7.6)	50.94 (10.3)	46.56 (10.9)	5.07	.008**	.084
Distance (1)	53.24 (9.5)	52.38 (11.0)	45.49 (10.9)	8.95	<.001**	.135
Area (1)	54.03 (8.0)	52.09 (10.5)	44.81 (9.5)	12.17	<.001**	.182
Microevents (1)	53.78 (9.7)	51.16 (10.3)	46.07 (9.0)	6.66	.002**	.108
Motion Simplicity (1)	54.05 (8.4)	50.32 (10.7)	45.74 (9.7)	8.59	<.001**	.139
Omission Errors (2)	54.91 (8.2)	51.83 (11.6)	44.51 (7.8)	15.56	<.001**	.228
Reaction Time (2)	53.69 (8.8)	44.08 (10.0)	50.07 (7.9)	11.0	.001**	.142
Reaction Time variation (2)	55.65 (8.2)	47.31 (9.90)	45.96 (9.2)	15.0	<.001**	.211
Commission Errors (3)	53.52 (9.0)	51.01 (11.5)	45.54 (8.2)	8.7	.001**	.136
Multiresponse (3)	56.04 (10.9)	48.24 (9.2)	44.53 (4.7)	20.27	<.001**	.277
Anticipatory (3)	52.5 (12.3)	49.75 (9.7)	47.32 (6.2)	3.15	.046*	.055

Note. η_p^2 = partial Eta squared.

QbTest Factor Scores

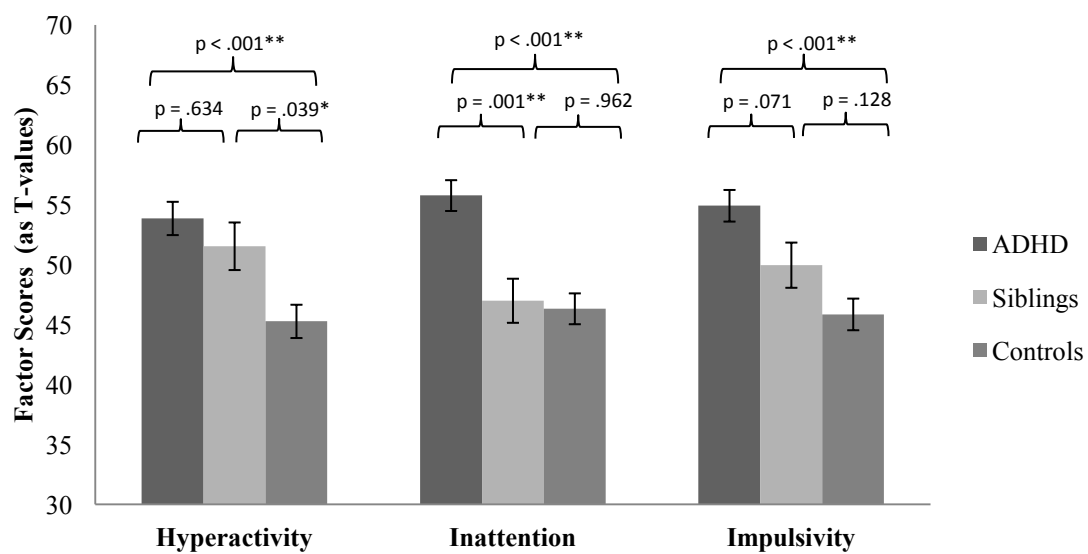


Figure 1. MANOVA results for the Hyperactivity, Inattention and Impulsivity Factor (bars depict group means and standard errors of the mean).

D. Curriculum Vitae und Publikationsliste

Die Seiten 99-100 enthalten persönliche Daten (Lebenslauf) und sind deshalb nicht in der Online-Veröffentlichung enthalten.

Forschungsinteressen und Publikationen

Neuropsychologische Erfassung von ADHS Symptomen

Wirksamkeit der Neurofeedback-Therapie im Rahmen von ambulanter psychotherapeutischer Behandlung bei Kindern mit ADHS

Artikel (peer - reviewed)

Reh, V., et al. (2013). Behavioral assessment of Core ADHD Symptoms using the QbTest. *Journal of Attention Disorders*. 10.1177/1087054712472981.

Reh, V., Schmidt, M., Rief, W. & Christiansen, H. (submitted). Preliminary Evidence for altered Motion Tracking based Hyperactivity in ADHD siblings. *Behavioral and Brain Functions*.

Schmidt, M., **Reh, V.**, Hirsch, O., Rief, W., & Christiansen, H. (2013). Assessment of ADHD symptoms and the issue of cultural variation. Are Conners 3rd Rating Scales applicable to children and parents with migration background? *Journal of Attention Disorders*. 10.1177/1087054713493319.

Christiansen, H., **Reh, V.**, Schmidt, M., & Rief, W. (in revision after review). Neurofeedback and self-management training in outpatient care for children with ADHD: study protocol of a randomized controlled trial.

Ausgewählte Abstracts und Kongressbeiträge

Reh, V., Schmidt, M., Rief, W., & Christiansen, H. (2011). Neurofeedback bei ADHS – eine randomisierte, kontrollierte Therapiestudie. 29. *Symposium der Fachgruppe Klinische Psychologie und Psychotherapie der Deutschen Gesellschaft für Psychologie (DGPs)*, Berlin.

Reh, V., Schmidt, M., Rief, W., & Christiansen, H. (2011). Who profits most? A genotype analysis of neurofeedback treatment efficacy in ADHD. *DGPA Spring School 2011, St. Goar, Germany*.

Reh, V., Schmidt, M., Rief, W., & Christiansen, H. (2012). Effekte hochfrequenter Verhaltenstherapie auf neuropsychologische Testergebnisse bei ADHS. 30. *Symposium der Fachgruppe Klinische Psychologie und Psychotherapie der Deutschen Gesellschaft für Psychologie (DGPs)*, Luxembourg.

Reh, V., Schmidt, M., Lam, L., Rief, W., Hebebrand, J., Schimmelmann, B.G., , & Christiansen, H. (2012). Acquisition of the Three Core Symptoms of ADHD in One Test? The Factor Structure of the Quantified Behavior Test (QbTest). *European Network on Hyperkinetic Disorders (Eunethydis) 2012, Barcelona, Spain*.

E. Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich meine Dissertation *Fragebögen und neuropsychologische Verfahren bei ADHS – Wege zur Verbesserung der Diagnostik?* selbständig, ohne unerlaubte Hilfe angefertigt und mich dabei keiner anderen als der von mir ausdrücklich bezeichneten Quellen und Hilfen bedient habe. Die Dissertation wurde in der jetzigen oder einer ähnlichen Form noch bei keiner anderen Hochschule eingereicht und hat noch keinen sonstigen Prüfungszwecken gedient.

Marburg, 08.11.2013

Verena Reh